

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

Flutuação populacional e danos de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) relacionada à fenologia de quatro genótipos de macieira (*Malus domestica* Borkh.) (Rosaceae)

Janaína Pereira dos Santos
Engenheira Agrônoma/UDESC
MSc. em Fitotecnia (UFRGS)

Tese apresentada como um dos requisitos à
obtenção do Grau de Doutor em Fitotecnia
Ênfase Entomologia

Porto Alegre (RS), Brasil
Novembro de 2013

CIP - Catalogação na Publicação

Santos, Janaína Pereira dos
Flutuação populacional e danos de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) relacionada à fenologia de quatro genótipos de macieira (*Malus domestica* Borkh.) (Rosaceae) / Janaína Pereira dos Santos. -- 2013.
92 f.

Orientadora: Luiza Rodrigues Redaelli.
Coorientador: Eduardo Rodrigues Hickel.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Porto Alegre, BR-RS, 2013.

1. flutuação populacional. 2. *Anastrepha fraterculus*. 3. danos. 4. *Malus domestica*. 5. macieira. I. Redaelli, Luiza Rodrigues, orient. II. Hickel, Eduardo Rodrigues, coorient. III. Título.

JANAÍNA PEREIRA DOS SANTOS
Engenheira Agrônoma - UDESC
Mestre em Fitotecnia - UFRGS

TESE

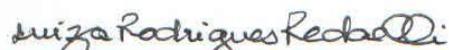
Submetida como parte dos requisitos
para obtenção do Grau de

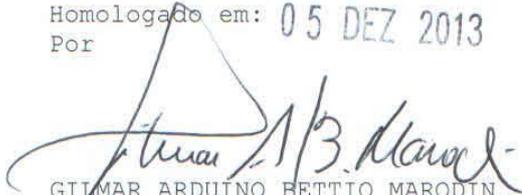
DOCTOR EM FITOTECNIA

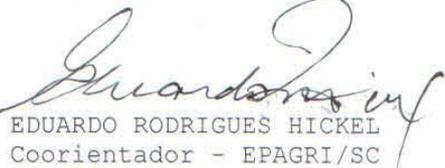
Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia
Faculdade de Agronomia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre (RS), Brasil

Aprovado em: 01.11.2013
Pela Banca Examinadora

Homologado em: 05 DEZ 2013
Por


LUIZA RODRIGUES REDAELLI
Orientadora - PPG Fitotecnia


GILMAR ARDUINO BETTIO MARODIN
Coordenador do Programa de
Pós-Graduação em Fitotecnia


EDUARDO RODRIGUES HICKEL
Coorientador - EPAGRI/SC


SIMONE MUNDSTOCK JAHNKE
PPG Fitotecnia


PAULO ANTONIO DE SOUZA GONÇALVES
EPAGRI/SC


MIGUEL FRANCISCO DE SOUZA FILHO
Instituto Biológico/SP


PEDRO ALBERTO SELBACH
Diretor da Faculdade
de Agronomia

Lute e vença!

Aos meus pais, João Batista e Maria Sirlei

Com carinho,

Dedico

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, João Batista e Maria Sirlei, que me incentivaram nos momentos difíceis e que contribuíram para a conquista deste sonho.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), pela liberação para realização do curso de Pós-Graduação, e por possibilitar a utilização da sua infraestrutura para a condução dos experimentos de campo e de laboratório.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), pela bolsa concedida.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), pela oportunidade de aperfeiçoamento profissional, através do ensino gratuito e de qualidade.

Aos professores da UFRGS, Dra. Luiza Rodrigues Redaelli pela orientação e confiança demonstrada e ao Dr. Josué Sant'Ana pelo auxílio nas correções e sugestões deste trabalho.

Ao pesquisador Dr. Eduardo Rodrigues Hickel (Epagri - Itajaí), pela coorientação, apoio e contribuições para o desenvolvimento deste estudo.

À Tânia Bianchini (Epagri/GGP - Florianópolis) e à Marisa Carvalho Bello (PPG - Fitotecnia), pela atenção e prestabilidade.

A todos os colegas pesquisadores da EPAGRI, que me apoiaram e incentivaram. Em especial ao Dr. Gabriel Berenhauser Leite (Epagri - Florianópolis). Ao MSc. Frederico Denardi (Epagri - Caçador), pelos constantes auxílios referentes à cultura da macieira. Ao Dr. Luiz Carlos Argenta por disponibilizar o laboratório de Fisiologia Pós-Colheita para análises. Ao MSc. Luiz

Gonzaga Ribeiro (Epagri - São Joaquim) e ao Dr. Paulo A. S. Gonçalves (Epagri - Ituporanga) pela troca de conhecimentos e informações sobre mosca-das-frutas.

Ao pesquisador Dr. Adalécio Kovaleski (Embrapa Uva e Vinho - Vacaria) por ter fornecido pupários de *Anastrepha fraterculus* para a realização do experimento em condições de semicampo.

Ao Núcleo de Análise Estatística da UFRGS (NAE), pela colaboração nas análises estatísticas e auxílio na interpretação dos resultados.

À grande amiga, Dra. Janice Valmorbida (Epagri - Caçador), pela colaboração na instalação dos experimentos de campo, nas análises laboratoriais, e pelo “pouso” oferecido sempre que eu precisava retornar a Caçador.

Ao colega e técnico de campo, Amazine do Carmo (Epagri - Caçador), por ser meu “braço direito” nas atividades de campo e de laboratório.

Às amigas “xuxas” que dividiram apartamento comigo e me auxiliaram nesta jornada, Ionara Conterato (Fepagro - São Gabriel) e Maristela Scarabelot (Epagri - Criciúma).

Às colegas do Laboratório de Biologia, Ecologia e Controle Biológico de Insetos e do Lab. “5” do Departamento de Fitossanidade da UFRGS, pelo apoio e pelos bons momentos: Rita Machado, Marla Hassemer, Gisele Silva, Joana Klein, Daiane Moreira, Maria Leticia González, Viviane Pretz, Luciana Bressan, Márcia Yamada, Bruna Czarnobai, Monique Caumo, Claudia Ourique e Patrícia Pires.

Aos amigos preciosos do Programa de PPG Fitotecnia (Fitossanidade), Ismail de Souza, Caroline Wesp Guterres, Fernanda Mühle e Daniela Henrique, integrantes da famosa “Equipe”, da qual sentirei muitas saudades.

A Deus, pela vida, fé, força, coragem, saúde e, sobretudo, por ter colocado todas estas pessoas no meu caminho. Muito Obrigada!

FLUTUAÇÃO POPULACIONAL E DANOS DE *Anastrepha fraterculus* (WIED.) (DIPTERA: TEPHRITIDAE) RELACIONADA À FENOLOGIA DE QUATRO GENÓTIPOS DE MACIEIRA (*Malus domestica* BORKH.) (ROSACEAE)¹

Autora: Janaína Pereira dos Santos
Orientadora: Luiza Rodrigues Redaelli
Coorientador: Eduardo Rodrigues Hickel

RESUMO

Anastrepha fraterculus (Diptera: Tephritidae) é considerada a principal praga da macieira. Estudos a campo indicam que na ausência de correto monitoramento e controle, as perdas de produção podem chegar a 100%. O estudo objetivou acompanhar a flutuação populacional de *A. fraterculus* nas safras 2009/2010, 2010/2011 e 2011/2012 em pomar de macieira; avaliar os danos nas safras 2009/2010 e 2010/2011, em quatro períodos de desenvolvimento dos frutos de quatro genótipos ('Royal Gala', M-11/00, 'Fuji Suprema' e 'Catarina'); correlacionar as características físico-químicas dos frutos com a infestação e danos; registrar danos em frutos de M-11/00 e 'Catarina', em três condições de infestação e verificar o comportamento de *A. fraterculus* frente aos quatro genótipos, em laboratório. A população de moscas foi registrada semanalmente, em pomar orgânico de macieira, composto por 10 genótipos, situado na Estação Experimental da Epagri de Caçador, SC, utilizando armadilhas McPhail iscadas com levedura *Torula*[®]. Os danos e o comportamento foram registrados nos quatro genótipos. Os frutos foram avaliados nos estádios verde, intermediário (metade do ciclo), na maturação comercial (pré-colheita) e sete dias após a colheita (pós-colheita). Na safra 2009/2010, os frutos permaneceram em três condições (tratamentos): não ensacados, ensacados cuja retirada do saco ocorreu sete dias antes de finalizar cada período de desenvolvimento e ensacados durante todo o período. Em 2010/2011, somente em duas condições, não ensacados e ensacados durante todo o período. A população de *A. fraterculus* diferiu entre as safras e ocorreu de novembro a abril, com picos em janeiro e fevereiro. Constatou-se que: o ataque ocorre em todos os estádios de frutificação e genótipos, porém *A. fraterculus* não se desenvolve em frutos verdes; o ensacamento reduz o número de frutos danificados; os atributos acidez titulável e firmeza da polpa têm correlação negativa com o percentual de frutos danificados e os sólidos solúveis totais, massa, diâmetro, índice de amido e cor de fundo, correlação positiva; *A. fraterculus* atinge a fase adulta em frutos de M-11/00 e não em 'Catarina' e em condições de laboratório, frutos verdes de 'Royal Gala' e 'Catarina' foram mais puncturados que os dos demais genótipos.

¹ Tese de Doutorado em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio

POPULATION FLUCTUATION AND DAMAGES OF *Anastrepha fraterculus* (WIED.) (DIPTERA: TEPHRITIDAE) RELATED TO THE PHENOLOGY OF FOUR APPLE TREES GENOTYPES (*Malus domestica* BORKH.) (ROSACEAE)¹

Author: Janaína Pereira dos Santos
Adviser: Luiza Rodrigues Redaelli
Co-adviser: Eduardo Rodrigues Hicel

ABSTRACT

Anastrepha fraterculus (Diptera: Tephritidae) is considered the main pest of apple orchards. Field studies indicate that in absence of correct monitoring and control, losses in production can reach 100%. This study aimed to follow the population fluctuation of *A. fraterculus* during the 2009/2010, 2010/2011 and 2011/2012 crop seasons in apple orchard; to evaluate damages during the 2009/2010 and 2010/2011 crop seasons, in four fruit development periods of four genotypes ('Royal Gala', M-11/00, 'Fuji Suprema' and 'Catarina'); to correlate the fruit physico-chemical characteristics with infestation and damage; to record damages on M-11/00 and 'Catarina' fruits in three infestation conditions and to verify *A. fraterculus* behavior among the four genotypes, in laboratory. Fruit fly population was weekly recorded in an organic apple orchard, composed by 10 genotypes, situated at Epagri Experimental Station in Caçador, SC using McPhail traps baited with Torula[®] yeasts. The damages and behavior were recorded in four genotypes. The fruits were evaluated in underripe, intermediate (half cycle), commercial maturity (preharvest) and seven days after harvest (postharvest) stages. During the 2009/2010 crop season, the fruits remained in three conditions (treatments): no bagged, bagged removal seven days before finishing each period of development and bagged during all period. During the 2010/2011 crop season, in two conditions only, no bagged and bagged through the whole period. *Anastrepha fraterculus* population differed between crop seasons and occurred from November to April, with peak in January and February. It was verified that: the attack occurs in all fructification stages and genotypes, however *A. fraterculus* does not develop in underripe fruits; bagging reduces the number of damaged fruits; there is a negative correlation among titratable acidity and pulp firmness with the damaged fruits percentage and positive among total soluble solids, mass, diameter, starch index and background color; *A. fraterculus* reaches adult stage in M-11/00 fruits and does not in 'Catarina' fruits and in laboratory conditions, underripe fruits of 'Royal Gala' and 'Catarina' were more punctured than other genotypes.

¹ Doctoral thesis in Agronomy, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (92p.) November, 2013.

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO.....	01
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	03
2.1 Distribuição, danos e importância de <i>Anastrepha</i> spp.....	03
2.2 Flutuação populacional de <i>Anastrepha fraterculus</i> no sul do Brasil...	04
2.3 Manejo e controle da mosca-das-frutas no Brasil.....	06
2.4 Preferência da mosca-das-frutas por hospedeiros.....	09
2.5 A cultura da macieira.....	10
2.5.1 Importância da cultura da macieira no Brasil.....	12
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3.1 Caracterização da área de estudo e dos genótipos de macieira.....	18
3.2 Flutuação populacional de <i>Anastrepha fraterculus</i> em macieira.....	21
3.3 Danos de <i>Anastrepha fraterculus</i> em macieira.....	22
3.4 Danos em frutos de M-11/00 e 'Catarina' submetidos a três diferentes condições de infestação por <i>Anastrepha fraterculus</i> , na safra 2011/2012.....	25
3.4.1 Infestação artificial.....	26
3.4.2 Infestação controlada.....	27
3.4.3 Infestação natural.....	28
3.5 Comportamento de <i>Anastrepha fraterculus</i> em frutos de macieira.....	28
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
4.1 Flutuação populacional de <i>Anastrepha fraterculus</i> em pomar de macieira.....	33
4.2 Danos de <i>Anastrepha fraterculus</i> em função do período de desenvolvimento dos frutos e do manejo do ensacamento.....	44
4.2.1 Safra 2009/2010.....	44
4.2.2 Safra 2010/2011.....	50
4.3 Caracterização dos danos de <i>Anastrepha fraterculus</i> em frutos de diferentes genótipos de macieira nas safras 2009/2010 e 2010/2011.	54
4.3.1 Safra 2009/2010.....	54
4.3.2 Safra 2010/2011.....	59
4.4 Danos em frutos de M-11/00 e 'Catarina' submetidos a três diferentes condições de infestação por <i>Anastrepha fraterculus</i> , na safra 2011/2012.....	64
4.5 Comportamento de <i>Anastrepha fraterculus</i> em frutos de macieira.....	68
5 CONCLUSÕES.....	73
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	74

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	76
8 APÊNDICES.....	90
9 VITA.....	92

RELAÇÃO DE TABELAS

	Página
1 Características dos genótipos de macieira.....	20
2 Períodos de desenvolvimento em dias de quatro genótipos de macieira. Caçador, SC (safras 2009/2010 e 2010/2011).....	21
3 Correlação entre o número médio de mosca-das-frutas e as variáveis meteorológicas, registradas sete, 15 e 30 dias anteriores as amostragens, no período de outubro a abril das safras 2009/2010, 2010/2011 e 2011/2012. (Caçador, SC).....	37
4 Valores médios diários de temperatura mínima, média e máxima (°C), umidade relativa do ar (%) e precipitação pluviométrica (mm), no período de entressafra, de maio a setembro de 2009, 2010 e 2011. (Caçador, SC).....	41
5 Média (\pm EP) de frutos danificados por mosca-das-frutas, em cada período de avaliação, submetidos aos tratamentos: não ensacados (NE), ensacados (E) e desensacados sete dias antes da coleta de cada período de avaliação (D7dac), em quatro genótipos de macieira. Caçador, SC (safra 2009/2010).....	47
6 Média (\pm EP) de frutos danificados por mosca-das-frutas, em cada tratamento, em três períodos de avaliação, em quatro genótipos de macieira Caçador, SC (safra 2009/2010).....	50
7 Média (\pm EP) de frutos danificados por mosca-das-frutas, em cada período de avaliação, submetidos aos tratamentos: não ensacados (NE) e ensacados (E), em quatro genótipos de macieira. Caçador, SC (safra 2010/2011).....	52
8 Média (\pm EP) de frutos danificados por mosca-das-frutas, em cada tratamento, em três períodos de avaliação, em quatro genótipos de macieira. Caçador, SC (safra 2010/2011).....	53
9 Valores médios (\pm EP) da acidez titulável (%) de frutos coletados em diferentes períodos de desenvolvimento de quatro genótipos de macieira. Caçador, SC (safras 2009/2010 e 2010/2011).....	55
10 Coeficiente de correlação de Pearson (r) ou de Spearman (rs) e suas respectivas significâncias para os atributos físico-químicos dos frutos relacionados com a percentagem de danos por mosca-das-frutas, em quatro genótipos de macieira. Caçador, SC (safras 2009/2010 e	

2010/2011).....	61
11 Coeficiente de determinação (R^2) e suas respectivas significâncias para os atributos físico-químicos dos frutos relacionados com a percentagem de danos por mosca-das-frutas, em quatro genótipos de macieira. Caçador, SC (safra 2009/2010 e 2010/2011).....	63
12 Número médio (\pm EP) de indivíduos (larvas + pupários) de <i>Anastrepha fraterculus</i> obtidos de maçãs da seleção M-11/00 e da cv. Catarina, submetidas a três diferentes condições de infestação: artificial, controlada e natural, mantidos em areia por 30 dias ($n = 20$). Caçador, SC (safra 2011/2012).....	65
13 Percentagem de frutos danificados (puncturas e/ou galerias) por <i>Anastrepha fraterculus</i> , obtidos de maçãs da seleção M-11/00 e da cv. Catarina, infestadas respectivamente, em 13 e 17 de janeiro, submetidas a três diferentes condições de infestação, mantidos na planta até a colheita de cada genótipo ($n = 30$). Caçador, SC (safra 2011/2012).....	65
14 Média (\pm EP) de tamanho, massa, sólidos solúveis totais (SST), acidez titulável (AT) e cor de fundo de maçãs da seleção M-11/00 e da cv. Catarina, nas datas em que foram realizadas as infestações com fêmeas de <i>Anastrepha fraterculus</i> ($n = 30$). Caçador, SC (safra 2011/2012).....	66
15 Duração média (s) e número médio (\pm EP) de inspeção e punctura de fêmeas de <i>Anastrepha fraterculus</i> em frutos de quatro genótipos de macieira ($n = 42$).....	69
16 Média (\pm EP) de sólidos solúveis totais (SST), acidez titulável (AT), firmeza da polpa e índice de amido* de frutos verdes de quatro genótipos de macieira.....	72

RELAÇÃO DE FIGURAS

	Página
1 Maçãs de diferentes genótipos: 'Royal Gala' (A); M-11/00 (B); 'Fuji Suprema' (C) e 'Catarina' (D).....	15
2 Imagem de satélite do pomar de macieira localizado na Estação Experimental da Epagri, Caçador, SC (Google Earth, 2011).....	18
3 Desenho esquemático da área de estudo (As setas indicam as posições aproximadas de instalação das armadilhas do tipo McPhail).....	19
4 Maçã protegida por gaiola de voile (A); interior da gaiola com frasco de água (1) e fêmeas de mosca-das-frutas (2) (B). Caçador, SC (2012).....	27
5 Exemplares de frutos verdes (estádio 'J') de macieiras 'Royal Gala', M-11/00, 'Fuji Suprema' e 'Catarina'.....	29
6 Sistema utilizado no bioensaio comportamental: arena (A); mangueiras de silicone (B); fluxímetro (C) e bomba de vácuo (D).....	30
7 Vista superior da arena, com os frutos de cada genótipo (A) e detalhe do orifício com fêmea de <i>Anastrepha fraterculus</i> (B).....	31
8 Flutuação populacional de adultos de <i>Anastrepha fraterculus</i> em pomar de macieira. Caçador, SC (Traços indicam os períodos de safra).....	34
9 Média acumulada registrada na quinzena anterior a cada ocasião de amostragem de mosca-das-frutas: temperatura máxima, média e mínima (A), umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica acumulada e (C) flutuação populacional de <i>Anastrepha fraterculus</i> . Caçador, SC (outubro de 2009 a março de 2012).....	38
10 Fenologia de frutificação da macieira e dos principais hospedeiros de <i>Anastrepha fraterculus</i> localizados nas áreas de mata, na Estação Experimental de Caçador (SC). Adaptado de Nora <i>et al.</i> (2000).....	43
11 Variação populacional de adultos de <i>Anastrepha fraterculus</i> relacionada à fenologia de frutificação de quatro genótipos de macieira. Períodos de avaliação: FI + Fv = floração até frutos verdes; I = frutos verdes até a metade do ciclo de desenvolvimento de cada genótipo; PrC = da metade do ciclo até a colheita comercial e PC = da colheita comercial até sete dias após esta. Caçador, SC (outubro/2009 a março/2010). As setas vermelhas indicam a data de coleta de frutos nos períodos acima	

relacionados e os asteriscos a data da colheita comercial.....	45
12 Variação populacional de adultos de <i>Anastrepha fraterculus</i> relacionada à fenologia de frutificação de quatro genótipos de macieira. Períodos de avaliação: FI + Fv = floração até frutos verdes; I = frutos verdes até a metade do ciclo de desenvolvimento de cada genótipo; PrC = da metade do ciclo até a colheita comercial e PC = da colheita comercial até sete dias após esta. Caçador, SC (outubro/2010 a abril/2011). As setas vermelhas indicam a data de coleta de frutos nos períodos acima relacionados e os asteriscos a data da colheita comercial.....	51
13 Percentagem média de frutos com danos de mosca-das-frutas, no período de pré-colheita (coletados na colheita comercial) em quatro genótipos de macieira. Frutos não ensacados (A) e desensacados sete dias antes da coleta do período (D7dac) (B). Caçador, SC (safra 2009/2010). Dados transformados em arco seno da raiz quadrada de x/100. Colunas de mesma cor, em cada tratamento, seguidas de letras diferentes, diferem entre si, pelo teste de Duncan ($\alpha = 0,05$).....	57
14 Percentagem média de frutos com danos de mosca-das-frutas, no período de pós-colheita (coletados sete dias após a colheita) em quatro genótipos de macieira. Frutos não ensacados (A) e desensacados sete dias antes da coleta do período (D7dac) (B). Caçador, SC (safra 2009/2010). Dados transformados em arco seno da raiz quadrada de x/100. Colunas de mesma cor, em cada tratamento, seguidas de letras diferentes, diferem entre si, pelo teste de Duncan ($\alpha = 0,05$).....	58
15 Percentagem média de frutos não ensacados com danos de mosca-das-frutas, nos períodos: intermediário (A); pré-colheita (coletados na colheita comercial) (B) e pós-colheita (coletados sete dias após a colheita) (C), em quatro genótipos de macieira. Caçador, SC (safra 2010/2011). Dados transformados em arco seno da raiz quadrada de x/100. Colunas de mesma cor, em cada tratamento, seguidas de letras diferentes, diferem entre si, pelo teste de Duncan ($\alpha = 0,05$).....	59

1 INTRODUÇÃO

A mosca-das-frutas, *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) é o principal inseto-praga da cultura da macieira, *Malus domestica* Borkh. (Rosaceae). A maçã é a segunda fruta de clima temperado de maior importância para o comércio “in natura”, tanto no mercado nacional como internacional. A região Sul concentra 95% da produção brasileira, que provém das cultivares Gala e Fuji, mutações ou clones melhorados destas, todos susceptíveis a pragas, em especial *A. fraterculus*.

As moscas-das-frutas constituem-se numa preocupação constante em cultivos de macieira, tanto pela injúria que causam aos frutos, como pelas medidas quarentenárias impostas pelos países importadores. Além disso, os danos provocados pela praga acarretam aumento nos custos, em função das frequentes aplicações de inseticidas e perdas na produção.

Ainda não existem alternativas eficientes para a redução populacional deste inseto, principalmente em pomares cultivados no sistema orgânico. A avaliação da susceptibilidade das cultivares e genótipos de macieira ao ataque da mosca-das-frutas ainda é pouco estudada e pode representar uma alternativa no manejo de *A. fraterculus*.

Devido à importância da cultura da macieira, a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI) iniciou em 1973, um amplo programa de melhoramento genético dessa frutífera, com o objetivo de desenvolver cultivares adaptadas ao clima da região produtora, resistentes às

principais pragas da cultura e com boa aceitação do mercado consumidor. Neste contexto, os genótipos escolhidos no presente estudo foram 'Royal Gala', 'Fuji Suprema', M-11/00 e 'Catarina'. A escolha das duas primeiras cultivares se deve ao fato destas serem preferidas pelo consumidor em função da coloração, formato e sabor dos frutos, sendo as mutações de 'Gala' e 'Fuji' mais plantadas no Brasil. A seleção M-11/00 foi incluída, pois poderá ser lançada como cultivar pela Epagri, devido ao seu alto potencial produtivo e, por ser de maturação intermediária, é uma alternativa para o mercado entre as colheitas da 'Gala' e da 'Fuji'. Já a cultivar Catarina tem importância pela alta capacidade de conservação frigorífica e boa adaptabilidade em regiões do sul do Brasil com altitudes superiores a 1.200m, pois apresenta médio a alto requerimento de frio hibernal.

Os objetivos deste estudo foram: acompanhar a flutuação populacional de *A. fraterculus* nas safras 2009/2010, 2010/2011 e 2011/2012 em pomar de macieira; avaliar os danos nas safras 2009/2010 e 2010/2011, em quatro períodos de desenvolvimento dos frutos de quatro genótipos de macieira ('Royal Gala', M-11/00, 'Fuji Suprema' e 'Catarina'); correlacionar as características físico-químicas dos frutos com a infestação e danos; registrar danos em frutos de M-11/00 e 'Catarina' em três condições de infestação e verificar o comportamento de *A. fraterculus* frente aos quatro genótipos em condições de laboratório.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Distribuição, danos e importância de *Anastrepha* spp.

A maioria das espécies de *Anastrepha* apresenta distribuição geográfica Neotropical, porém algumas ocorrem no Sul da região Neártica. O gênero está estabelecido em praticamente toda a América do Sul (exceto no Sul da Argentina e no Chile, onde ocorre esporadicamente em algumas áreas ao norte do deserto do Atacama, na fronteira com o Peru), América Central, México e no Sul dos Estados Unidos da América (Aluja, 1994; Malavasi *et al.*, 2000). Trata-se do gênero de mosca-das-frutas com maior importância no Brasil, com 115 espécies descritas, das quais 57 apresentam algum hospedeiro conhecido e 26 possuem apenas um hospedeiro associado (Zucchi, 2008).

A espécie *A. fraterculus* se destaca por ser uma das mais polífagas, com ampla dispersão no continente Americano (Kovaleski *et al.*, 1999; 2000), sendo considerada praga primária na Argentina, Uruguai e Brasil (Malavasi *et al.*, 2000).

No Brasil, 97 espécies de plantas são registradas como hospedeiras de *A. fraterculus*, com destaque para as famílias Rosaceae, Myrtaceae e Rutaceae (Zucchi, 2008). Em Santa Catarina, *A. fraterculus* foi registrada em 45 espécies de plantas distribuídas em 18 famílias (Nora *et al.*, 2000).

Em maçãs, o dano de *A. fraterculus* é causado tanto pela oviposição nos frutos, quanto pelo hábito carpófago das larvas, as quais, durante a alimentação fazem galerias, alterando o sabor, causando amadurecimento precoce, apodrecimento e queda dos mesmos (Salles, 1995; Kovaleski *et al.*, 2000; Nora &

Hickel, 2006). Além disso, o fermento realizado durante a oviposição pode propiciar a infecção por fungos e bactérias, tornando-os impróprios para a comercialização e consumo (Santos *et al.*, 2008).

Os danos podem ser observados em maçãs ainda verdes, com aproximadamente 20 mm de diâmetro, até naquelas próximas à colheita (Sugayama *et al.*, 1997; Ribeiro, 1999; Nora & Hickel, 2006). Mesmo sem sobreviverem nos frutos imaturos (Kovaleski *et al.*, 1995a; Sugayama, 1995; Sugayama *et al.*, 1997), as larvas ao eclodirem causam a morte dos tecidos próximos às puncturas, fazendo com que estes fiquem deformados, o que reduz o valor comercial (Nora & Hickel, 1997; 2006; Ribeiro, 1999). Além da deformação, são observados na polpa, aglomerados celulares semelhantes à cortiça, devido à alimentação das larvas de primeiro ínstar (Orth *et al.*, 1986; Branco, 1998). Já em maçãs maduras, apenas 8% dos indivíduos conseguem chegar à fase adulta, o que demonstra a baixa adaptação de *A. fraterculus* neste hospedeiro (Sugayama *et al.*, 1997).

Nas principais regiões produtoras de maçãs do sul do Brasil, *A. fraterculus* é considerada praga-chave da cultura (Kovaleski & Ribeiro, 2003; Nora & Hickel, 2006), representando, aproximadamente, 97% dos indivíduos coletados na região Sul (Salles, 1995) e mais de 90% dos coletados nas regiões produtoras catarinenses (Bleicher *et al.*, 1982; Nora *et al.*, 2000).

2.2 Flutuação populacional de *Anastrepha fraterculus* no sul do Brasil

A flutuação populacional de *A. fraterculus* varia entre diferentes anos, culturas e regiões (Kovaleski, 1997; Nora *et al.*, 2000; Souza Filho *et al.*, 2000; Garcia *et al.*, 2003; Gonçalves *et al.*, 2005), bem como em função das variáveis

meteorológicas e do período de maturação dos frutos (Malavasi & Morgante, 1981; Orth *et al.*, 1986; Souza Filho *et al.*, 2000).

Anastrepha fraterculus pode apresentar seis gerações/ano em Pelotas (RS) (Machado *et al.*, 1995; Salles, 1995) e em torno de 12 gerações/ano, em Chapecó (SC) (Garcia *et al.*, 2003).

Em Santa Catarina, os adultos ocorrem em todas as estações (Nora *et al.*, 2000; Garcia *et al.*, 2003), sendo que as capturas em macieiras podem iniciar em setembro e estenderem-se até abril, em função das hospedeiras alternativas presentes em cada região (Ribeiro, 1999; Kovaleski *et al.*, 2000). De acordo com Orth *et al.* (1986), em macieiras cultivadas no Planalto de Santa Catarina, o período de maior abundância de *A. fraterculus* é de dezembro a fevereiro. Segundo estes autores, a maturação dos frutos de hospedeiros silvestres influi diretamente na ocorrência e nos picos populacionais da praga.

Hickel & Ducroquet (1993) em ameixeiras (*Prunus salicina*) e pessegueiros (*Prunus persica*) no Alto Vale do Rio do Peixe (SC), registraram maior população de *A. fraterculus* de outubro a março, com pico populacional em dezembro, época coincidente com a colheita de frutos. Na mesma região, Hickel & Ducroquet (1994) observaram em goiabeira-serrana (*Feijoa sellowiana*) a ocorrência de *A. fraterculus* de janeiro a março, com maior abundância em fevereiro e março. Garcia *et al.* (2003) constataram em pomar de pessegueiro no oeste de Santa Catarina, que a maior densidade de *A. fraterculus* foi nos meses de dezembro e janeiro. Na mesma região, Chiaradia & Milanez (2003) e Chiaradia *et al.* (2004) verificaram em pomares de citros (*Citrus* spp.), incremento populacional de mosca-das-frutas a partir de janeiro.

A dinâmica populacional da mosca-das-frutas em pomares comerciais de macieira caracteriza-se pela colonização com indivíduos oriundos de hospedeiros

presentes nas matas nativas e pomares domésticos (Kovaleski, 1997; Kovaleski & Ribeiro, 2003; Nora & Hickel, 2006). No Brasil, dados de habilidade de dispersão (Kovaleski *et al.*, 1999), comportamento de oviposição (Sugayama *et al.*, 1997), e demografia (Sugayama *et al.*, 1998), apoiam a hipótese de que a maioria, se não todas as moscas capturadas em pomares de macieira, provêm da mata nativa. Segundo Sugayama *et al.*, (1997), fêmeas de *A. fraterculus* se dispersam da vegetação nativa para dentro dos pomares de macieira em busca de sítios de oviposição. Ribeiro *et al.* (1995), Salles (1999a) e Santos *et al.* (2011) também verificaram maior captura de adultos de *A. fraterculus* em armadilhas da periferia, instaladas próximas à área de mata, em relação àquelas localizadas nas filas internas de pomares de macieira.

A presença de hospedeiros nativos permite a manutenção de populações de moscas que irão infestar os pomares comerciais (Orth *et al.*, 1986; Calkins & Malavasi, 1995). A maturação dos frutos destes hospedeiros influencia diretamente no aumento da população de moscas (Malavasi & Morgante, 1981; Orth *et al.*, 1986; Salles, 1995; Aguiar-Menezes & Menezes, 1996; Ribeiro, 1999; Nora *et al.*, 2000; Garcia *et al.*, 2003; Uramoto *et al.*, 2003; Botton *et al.*, 2005; Raga *et al.*, 2011). Nas matas, uma gama de hospedeiros é encontrada, especialmente da família Myrtaceae (Kovaleski *et al.*, 1999; Nora *et al.*, 2000). A frutificação destas plantas é fundamental para determinar o comportamento das populações de mosca-das-frutas nos pomares de macieiras (Kovaleski, 1997; Kovaleski *et al.*, 1999; Nora *et al.*, 2000; Nora & Hickel, 2006).

2.3 Manejo e controle da mosca-das-frutas no Brasil

Em fruteiras de clima temperado, o controle da mosca-das-frutas é realizado com base no nível populacional da praga (Botton *et al.*, 2003). O

monitoramento de adultos em pomares comerciais tem sido feito com armadilhas utilizando atrativos alimentares (Nascimento *et al.*, 2000; Botton *et al.*, 2003; Ribeiro, 2010), entre eles o suco de uva diluído a 25% (Kovaleski *et al.*, 1995b; Salles, 1995; Nora & Sugiura, 2001; Kovaleski, 2004) e a proteína hidrolisada (Kovaleski & Ribeiro, 2002; Santos *et al.*, 2011).

Kovaleski *et al.* (1995b) observaram que o atrativo mais eficiente na captura de mosca-das-frutas em pomares de macieira no RS e em SC, foi o suco de uva a 25%. Por outro lado, Santos *et al.* (2011) verificaram que a proteína hidrolisada (3%) e a levedura *Torula*[®] foram os melhores atrativos em pomares de macieira em Caçador (SC). De acordo com Scoz *et al.* (2006) e Santos *et al.* (2011), a proteína hidrolisada e a levedura *Torula*[®], devem ser recomendados em programas de monitoramento por apresentarem menor variação na composição e manterem homogeneidade de captura durante o ciclo da cultura, quando comparadas ao suco de uva.

Na região Sul do Brasil recomenda-se que as armadilhas devam ser instaladas no mês de outubro, na periferia dos pomares, sendo o nível de controle de 0,5 mosca/frasco/dia (Lorenzato & Melzer 1983; Kovaleski & Ribeiro, 2003; 2006).

Em macieira, as principais formas de controle das moscas-das-frutas são a utilização de iscas tóxicas e a pulverização de inseticidas em cobertura (Nora & Hickel, 1997; 2006; Ribeiro, 2010; Borges, 2011). As iscas são aplicadas no entorno dos pomares e visam impedir a entrada dos insetos para as áreas de produção (Salles, 1995; Nora & Hickel, 1997; Kogan, 1998; Borges, 2011). O elevado número de aplicações de inseticidas em cobertura para o controle de *A. fraterculus*, contribui para o aumento de outras pragas, elevando os custos com agroquímicos nesta cultura (Kovaleski *et al.*, 1999).

Os produtores de maçãs dispõem de poucas opções de produtos para o controle químico da mosca-das-frutas e este cenário tende a se agravar nos próximos anos (Borges, 2011), visto que, entre os inseticidas fosforados registrados para o controle em macieira, apenas o fosmete não possui restrições (PIM, 2010; AGROFIT, 2013).

Os países importadores de maçã têm exigido a diminuição dos níveis de resíduos de agrotóxicos nos frutos. Desta maneira, uma das metas da Produção Integrada de Maçãs (PIM) é estabelecer normas técnicas de produção para que o fruto brasileiro mantenha-se competitivo no mercado internacional (Borges, 2011). A comunidade europeia determina anualmente os princípios ativos permitidos e os limites de resíduos de agroquímicos tolerados nos frutos comercializados naqueles países, sendo esta, atualmente, uma das principais preocupações do setor produtivo, especialmente com relação às restrições aos inseticidas utilizados na produção de maçãs (Borges, 2011).

O ensacamento de frutos é uma técnica utilizada no sistema de produção orgânica, que vem apresentando resultados promissores (Lipp & Secchi, 2002; Pinheiro, 2006; Santos & Wamser, 2006). Esta prática, além de não afetar a qualidade, preserva a aparência (Santos & Wamser, 2006) e melhora a qualidade organoléptica dos frutos (Faoro, 2003).

Segundo Nascimento *et al.* (2011), a realização de pesquisas que visam aprimorar a técnica do ensacamento para o controle da mosca-das-frutas é de grande importância para o setor frutícola. Esta técnica apresentou resultados positivos na proteção contra o ataque de mosca-das-frutas em várias culturas, como goiabeira-serrana (Hickel & Ducroquet, 1994); maracujazeiro (*Passiflora alata*) (Lipp & Secchi, 2002), pereira (*Pyrus pyrifolia*) (Faoro & Mondardo, 2004), figueira (*Ficus carica*) (Mazaro *et al.*, 2005), macieira (Santos & Wamser, 2006;

Santos *et al.*, 2007; Teixeira *et al.*, 2011a,b), goiabeira (*Psidium guajava*) (Pinheiro, 2006; Malgarim & Mendes, 2007), caquizeiro (*Diospyros kaki*) (Biasi *et al.*, 2007), citros (Silva *et al.*, 2007), pessegueiro (Telles *et al.*, 2004; Coelho *et al.*, 2008) e nespereira (*Eriobotrya japonica*) (Grassi *et al.*, 2011). Mesmo em culturas pouco exploradas comercialmente, a técnica vem sendo utilizada, como no caso do abieiro (*Pouteria caimito*) (Nascimento *et al.*, 2011).

A coleta de frutos caídos e sua armazenagem em valas cobertas por telas que retenham os adultos, e que, ao mesmo tempo permitam a passagem dos inimigos naturais é outra prática que pode contribuir na redução da infestação de mosca-das-frutas nos pomares (Nora & Hickel, 1997).

2.4 Preferência da mosca-das-frutas por hospedeiros

Insetos polípagos apesar de realizarem postura em diferentes hospedeiros, exibem uma hierarquia de preferência, onde algumas espécies ou cultivares são escolhidas em detrimento de outras (Greany, 1989; Branco, 1998; Branco *et al.*, 2000). A preferência de mosca-das-frutas por determinada cultivar já foi registrada em cafeeiro (*Coffea* spp.) (Raga *et al.*, 1996a; 2002), citros (*Citrus reticulata*, *C. aurantium* e *Fortunella* sp.) (Raga *et al.*, 2004), goiabeira (Raga *et al.*, 2006), maracujazeiro (Raga *et al.*, 2011), mangueira (*Mangifera indica*) (Setoguchi, 1991; Raga *et al.*, 2011) e em algumas cultivares de macieira (Nora & Reis Filho, 1984; Kovalski *et al.*, 1995a; Sugayama, 1995; Sugayama *et al.*, 1997; Branco, 1998; Branco *et al.*, 1999).

Os insetos utilizam uma variedade de estímulos sensoriais para se orientar e encontrar os hospedeiros apropriados (Loaiza & Céspedes, 2007). As pistas visuais (cor, tamanho e forma) e as físico-químicas do hospedeiro são as mais utilizadas pelo herbívoro na localização do recurso alimentar (Macinnis, 1989).

Para escolher um fruto para oviposição, a fêmea de mosca-das-frutas utiliza estímulos visuais e avalia o fruto quanto ao seu tamanho, formato, cor, composição química e física (Prokopy & Roitenberg, 1984; Branco, 1998; Sugayama & Malavasi, 2000; Katsoyannos & Kouloussis, 2001; Drew *et al.* 2003), avaliando os nutrientes (Joachim-Bravo *et al.*, 2001) e as substâncias voláteis (Robacker *et al.*, 1990; Aluja & Prokopy, 1992; Cornelius *et al.*, 2000; Malo *et al.*, 2005).

O estágio de maturação do fruto hospedeiro também pode ser um fator importante no comportamento quimiotáxico de mosca-das-frutas (Cornelius *et al.*, 2000). A escolha deste, antes da oviposição, é fundamental para a sobrevivência e sucesso da prole, já que as larvas possuem pouca mobilidade e dependem dos recursos nutritivos selecionados pelas fêmeas no momento da postura (Singer, 1986; Renwick, 1989). Segundo Branco (1998), em maçãs, o estágio de maturação também influencia no desenvolvimento larval de *A. fraterculus*.

A quantidade de fenóis, alcaloides e glicosídeos também pode afetar a escolha da mosca-das-frutas para oviposição e conseqüentemente, os níveis de infestação da praga (Fagundes, 1971; Magnabosco, 1994; Branco, 1998).

De acordo com Branco *et al.* (1999), a cor de fundo da epiderme de maçãs é outro fator que interfere na preferência de *A. fraterculus*. Estes autores verificaram que a infestação foi maior em genótipos que apresentavam cor de fundo amarela ('Duquesa' e 'Gala') em relação aos de cor verde ('Granny Smith') ou verde-amarelada ('Fuji', 'King Delicious' e 'Melrose').

2.5 A cultura da macieira

A macieira pertence à família Rosaceae, subfamília Maloidae (Pomoidae), gênero *Malus* (Bleicher, 2006) e tem como centro de origem a região do Cáucaso,

localizada na cadeia de montanhas da Ásia, entre os mares Negro e Cáspio e o leste da China (Bleicher, 2006).

É uma frutífera lenhosa, decídua, com folhas simples, estipuladas, penínérveas de bordos dentados e tomentosas na página inferior (Iuchi, 2006). Segundo a autora, as flores são superovariadas, dispostas em inflorescência denominada corimbo, são pentâmeras, actinomorfas, hermafroditas e caracterizadas por apresentarem dois a cinco carpelos, com fruto tipo pomo.

As macieiras requerem polinização cruzada para produção comercial, necessitando do plantio de duas ou mais cultivares no mesmo pomar com período de floração coincidente. Assim, altos rendimentos com a cultura podem ser esperados se as condições para a polinização e fecundação forem adequadas (Petri *et al.*, 2011). O cultivo ocorre preferencialmente em regiões de clima temperado, porém pode ser adaptável a diferentes climas, crescendo desde os trópicos até altas latitudes, em função da exigência de frio da cultivar a ser plantada (Iuchi, 2006).

A China é o maior produtor mundial, com 44,4% do volume total produzido em expressiva área cultivada (41,6%), porém, com rendimento de apenas 14,9 toneladas por hectare (CEPA, 2012). Os Estados Unidos aparecem na segunda posição, com 6,3%, Turquia, Itália e Índia, produzem entre 3 e 4%, Polônia, França e Irã, entre 2 e 3%, e Brasil, Chile e Federação Russa, entre 1,5 e 2% (CEPA, 2012; FAO, 2012).

As mais importantes cultivares pertencem aos grupos 'Golden Delicious', 'Gala', 'Fuji' e 'Red Delicious', que conjuntamente são responsáveis por aproximadamente 70% da produção mundial (Iglesias *et al.*, 2009). Na maioria dos países produtores de maçã, 'Golden Delicious' e 'Red Delicious' estão perdendo importância para as dos grupos 'Gala' e 'Fuji' (Fioravanço *et al.*, 2010).

Concentrada na região Sul, 95% da produção brasileira provém de clones melhorados e mutações de ‘Gala’ e ‘Fuji’ (Almeida & Alves; 2006; ABPM, 2012). Novas cultivares mais adaptadas ao clima do sul do Brasil e com resistência às principais pragas estão sendo avaliadas (Petri *et al.*, 2011).

2.5.1 Importância da cultura da macieira no Brasil

O cultivo da macieira na região Sul iniciou a partir de 1962, pela Sociedade Agrícola Fraiburgo Ltda., com a implantação da primeira área experimental de fruticultura de clima temperado (Ribeiro, 2005; Bleicher, 2006).

Os primeiros plantios foram feitos com as cvs. Golden Delicious, Starkrimson, Blackjon e Melrose (Boneti *et al.*, 2006; Petri *et al.*, 2011), as quais foram aos poucos substituídas. Nas décadas de 80 e 90 as recomendações incluíam as cvs. Gala, Royal Gala, Golden Delicious, Belgolden, Melrose, Fuji (Camilo & Denardi, 2006), Imperial Gala, Maxi Gala, Brookfield, Fuji Seleta e Mishima, que possibilitaram viabilizar a exportação e, assim, atender às exigências do mercado externo (Petri *et al.*, 2011). Atualmente, as dos grupos ‘Gala’ e ‘Fuji’ são as mais plantadas (Petri *et al.*, 2011).

Até a década de 70, o Brasil era abastecido pela produção Argentina, posteriormente, as importações diminuíram e o país tornou-se autossuficiente na década de 90, passando a exportar (Cruz *et al.*, 2010; Petri *et al.*, 2011), principalmente maçãs dos grupos ‘Gala’ e ‘Fuji’, que apresentam boa aceitação no mercado internacional (Fachinello & Nachtigal, 2009).

A cadeia produtiva de maçã teve nos últimos anos um significativo incremento na produção, o que possibilitou a conquista de uma posição mais competitiva no mercado nacional e internacional (Pereira *et al.*, 2010). Em 2010,

foi a quinta fruta mais exportada (90,8 mil toneladas) contribuindo para o superávit comercial do país (AGROSTAT, 2012).

O melhor nível tecnológico, tanto no cultivo quanto na colheita e pós-colheita fez com que a área colhida fosse ampliada de 2.880 hectares em 1970, para 37.562 hectares em 2007. A produção, no mesmo período, aumentou de 30.850 para 1.093.853 toneladas (Fioravanço, 2009).

O cultivo de pomáceas destaca-se como importante atividade primária em 66 municípios da região Sul, gerando, em média, cinco empregos diretos e indiretos por hectare plantado (AGROSTAT, 2012). A área cultivada com macieiras no sul do Brasil, conforme BRDE (2010) foi de aproximadamente 37 mil hectares, responsável por 55 mil empregos diretos e 120 mil indiretos.

Até 2012, Santa Catarina era responsável por 53,3% da produção nacional (CEPA, 2012; IBGE, 2013), o que manteve o estado como o maior produtor brasileiro por vários anos (CEPA, 2013). O Rio Grande do Sul respondia por 42,1% da produção nacional, seguido pelo Paraná com 4,4% e por São Paulo com 0,1% (CEPA, 2012). Atualmente, Santa Catarina é responsável por 48% da produção nacional e o Rio Grande do Sul responde por 45% (Jornal da Fruta, 2013).

Entre os grandes pólos produtores da fruta destacam-se a região de Vacaria (RS), Palmas (PR), São Joaquim (SC) e Fraiburgo (SC) (Kreuz *et al.*, 2006; Cruz *et al.*, 2010; Petri *et al.*, 2011).

Na safra 2009/2010 foram colhidas 174 mil toneladas da fruta em Vacaria, o que coloca o município como maior produtor, à frente de Fraiburgo e São Joaquim (ABPM, 2012). Na referida safra, aproximadamente 10% da produção nacional foi exportada, principalmente para países europeus (BRDE, 2010).

Por exigência do mercado europeu, que impõe um sistema de produção mais eficiente e racional, com garantias à sustentabilidade ambiental e segurança à saúde humana, foi implantado em 2003 o Sistema de Produção Integrada de Maçãs (PIM), programa pioneiro no Brasil (Protas & Valdebenito-Sanhueza, 2003). Atualmente na região Sul, aproximadamente 60% da área cultivada com macieira adota este sistema (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2008).

Do total da maçã produzida, 70% destina-se ao consumo “in natura” e 30% à indústria (BRDE, 2011), sendo a terceira fruta mais consumida no Brasil, atrás somente da banana e dos citros. Desta maneira, o mercado produtor de maçãs se mostra bastante promissor, sobretudo o interno (IBGE, 2012).

A partir de 1973, o estado de Santa Catarina, através da Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária (EMPASC) e da sua sucessora, Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), ampliou as pesquisas com a cultura da macieira e estabeleceu um programa de melhoramento genético, lançando inúmeras cultivares, com destaque para a Fuji Suprema, Catarina, Daiane, Monalisa e Condessa (Petri *et al.*, 2011).

Em Santa Catarina, nas safras 2009/10, 2010/11, 2011/12 e 2012/2013 foram colhidas respectivamente, 650, 672, 659 e 530 mil toneladas de maçãs, em uma área de aproximadamente 18 mil hectares (CEPA, 2012; 2013; IBGE, 2013).

Dentre as cultivares utilizadas na região de Fraiburgo, a Gala é a mais plantada, enquanto em São Joaquim predomina a Fuji (Bittencourt & Mattei, 2008; Fioravanço *et al.*, 2010), sendo que esta divisão se dá em função das exigências climáticas das mesmas (Pereira *et al.*, 2010).

A cv. Royal Gala provém da mutação espontânea da ‘Gala’. O lançamento foi em 1971, em Matamata, na Nova Zelândia e a introdução comercial ocorreu

em 1974 (Camilo & Denardi, 2006). No Brasil, atualmente, é o clone mais plantado do grupo 'Gala'. Os frutos de 'Royal Gala' (Figura 1A) apresentam tamanho pequeno a médio (65 a 70 mm de diâmetro), epiderme vermelho-rajada sobre fundo amarelo, lisa e brilhante, polpa firme, crocante, com bom equilíbrio entre acidez e sólidos solúveis (Lima, 1999; Fioravanço *et al.*, 2010). Esta cultivar apresenta melhor coloração e maior resistência ao manuseio pós-colheita em relação à 'Gala', com conservação média de aproximadamente 4 a 5 meses (Camilo & Denardi, 2006).

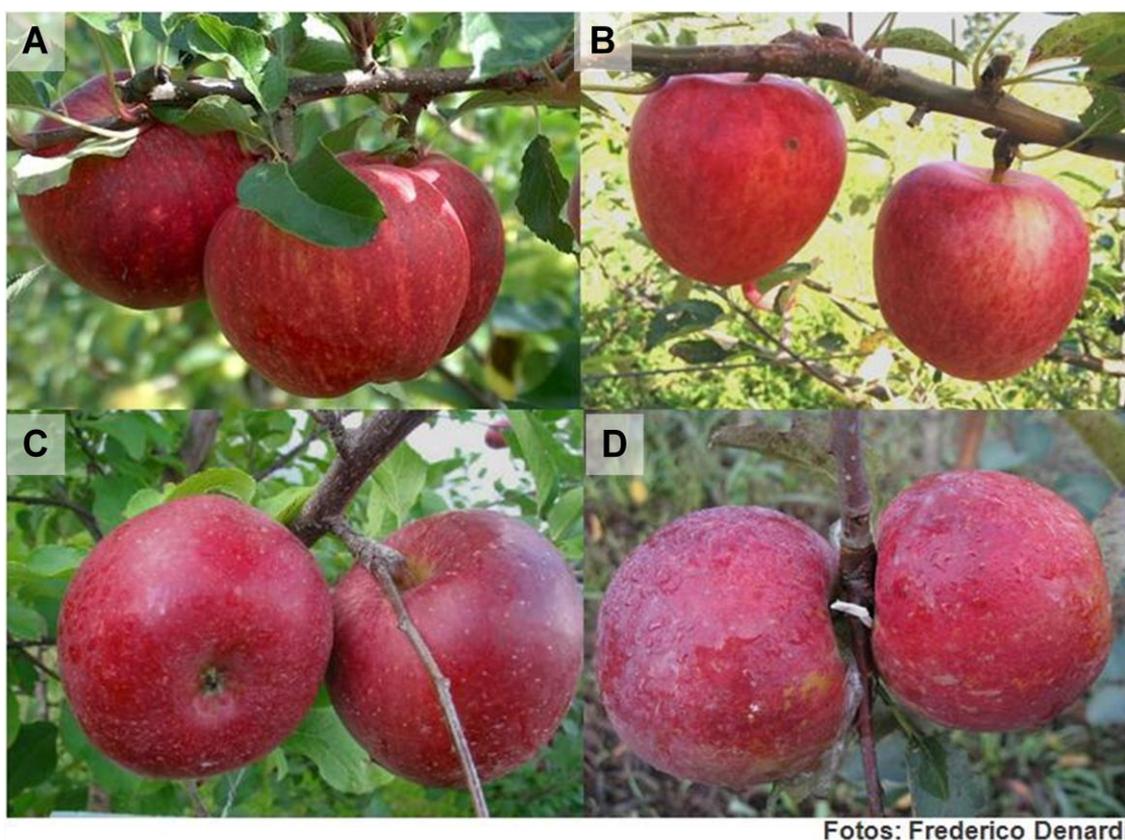


FIGURA 1. Maçãs de diferentes genótipos: 'Royal Gala' (A); M-11/00 (B); 'Fuji Suprema' (C) e 'Catarina' (D).

A seleção M-11/00 foi obtida do cruzamento entre as cvs. Imperatriz e Fred Hough, em 2000 pela Estação Experimental da Epagri de Caçador (SC). A seleção M-11/00 é descendente de terceira geração (F3) da cv. Golden Delicious. Os frutos (Figura 1B) apresentam epiderme semelhante aos da 'Gala', são de

coloração vermelho “scarlet”, com estrias, sobre fundo amarelo. Entretanto, o formato é mais alongado, o tamanho é maior (65 a 75 mm de diâmetro), a capacidade de conservação é superior, o sabor é mais doce e a maturação ocorre em torno de 20 dias após a ‘Gala’. A M-11/00 apresenta floradas intensas e alta frutificação efetiva, sendo mais produtiva que as cultivares Gala, Royal Gala e Fuji Suprema (Camilo & Denardi, 2006).

A cv. Fuji Suprema é uma mutação espontânea da ‘Fuji’, lançada em 1997, através de estudo desenvolvido na Estação Experimental da Epagri de Caçador (Camilo & Denardi, 2006). Apresenta alto potencial produtivo (Camilo & Denardi, 2006; Kvitschal *et al.*, 2013). Os frutos (Figura 1C) possuem coloração vermelho-escuro, sem ou com estrias discretas, recobrimdo toda a superfície, sobre fundo verde, têm tamanho médio a grande (> 70 mm de diâmetro) e formato achatado globoso (Fioravanço *et al.*, 2010).

A cv. Catarina, do grupo ‘Fuji’, foi obtida do cruzamento entre a ‘Fuji’ e a seleção PWR37T133. Foi lançada em 1996, através de um estudo conjunto entre as estações experimentais da Epagri de Caçador e São Joaquim (Boneti *et al.*, 1996). Esta cultivar, por ter a ‘Fuji’ com um dos genitores, herdou a semelhança na aparência dos frutos, que são vermelho-escuros e estriados, tamanho médio a grande (> 70 mm de diâmetro) e formato arredondado (Figura 1D), sabor doce, alta capacidade de conservação e polpa mais firme que a ‘Fuji’ (Boneti *et al.*, 1996; Camilo & Denardi, 2006). Em Caçador, a cv. Catarina tem menor produtividade que ‘Royal Gala’, ‘Fuji Suprema’ e M-11/00, pois apresenta baixa frutificação efetiva devido à falta de adaptação climática a região (Camilo & Denardi, 2006).

Nas condições climáticas de Caçador, ‘Royal Gala’ apresenta fenologia de maturação semiprecoce, a seleção M-11/00 intermediária, ‘Fuji Suprema’ e

'Catarina' são tardias (Camilo & Denardi, 2006). A colheita dos dois primeiros genótipos ocorre em fevereiro, enquanto que a dos dois últimos, entre março e abril (Camilo & Denardi, 2006; Kvitschal *et al.*, 2013), sendo que todos apresentam médio a alto requerimento de frio hibernal para as regiões de média altitude de Santa Catarina (900 a 1.200 m) (Kvitschal *et al.*, 2013).

Em maio, as macieiras entram no período de endodormência (período em que as plantas permanecem sem folhas), que se estende até o final de setembro/início de outubro (Iuchi, 2006). Em Caçador, a brotação e o reinício do período vegetativo podem ocorrer de forma irregular, variando de ano para ano. Isto ocorre porque não há número suficiente de horas de frio para a quebra da dormência e indução da brotação (Iuchi, 2006; Petri *et al.*, 2011).

Em macieira os estádios fenológicos são identificados por uma letra e podem estar subdivididos em quatro subestágios identificados por números arábicos. Entretanto, esta descrição é apenas para os estádios iniciais, de gema dormente (estádio 'A') até frutos verdes (estádio 'J') (Iuchi, 2006).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área de estudo e dos genótipos de macieira

Os experimentos foram realizados em pomar conduzido no sistema orgânico de produção, localizado a 972 m de altitude (26°49'47"S e 50°58'36"O), no município de Caçador, na Estação Experimental da Epagri, situada na região fisiográfica do Vale do Rio do Peixe, em Santa Catarina. O estudo foi desenvolvido nas safras 2009/2010, 2010/2011 e 2011/2012.

O pomar (Figura 2) com aproximadamente 0,6 ha, implantado há 10 anos, possui 10 genótipos de macieira, cada um disposto em uma linha com aproximadamente 70 plantas, num espaçamento de 4,5 m entre as linhas e 1,5 m entre as plantas.



FIGURA 2. Imagem de satélite do pomar de macieira localizado na Estação Experimental da Epagri, Caçador, SC (Google Earth, 2011).

O pomar é constituído pelas cultivares Royal Gala, Catarina, Fuji Suprema e Monalisa e pelas seleções M-2/01; M-9/00; M-11/00; M-13/00; MRC-21/97 e MR-11/90, todas sobre porta-enxerto Marubakaido com filtro de M-9. Ao Sul e ao Sudoeste é delimitado por mata nativa, ao Norte por um reflorestamento de *Pinus* sp., ao Leste, no verão de 2009, havia uma lavoura de milho e em 2010, foi implantado um pomar com a cv. Monalisa (Figura 3).

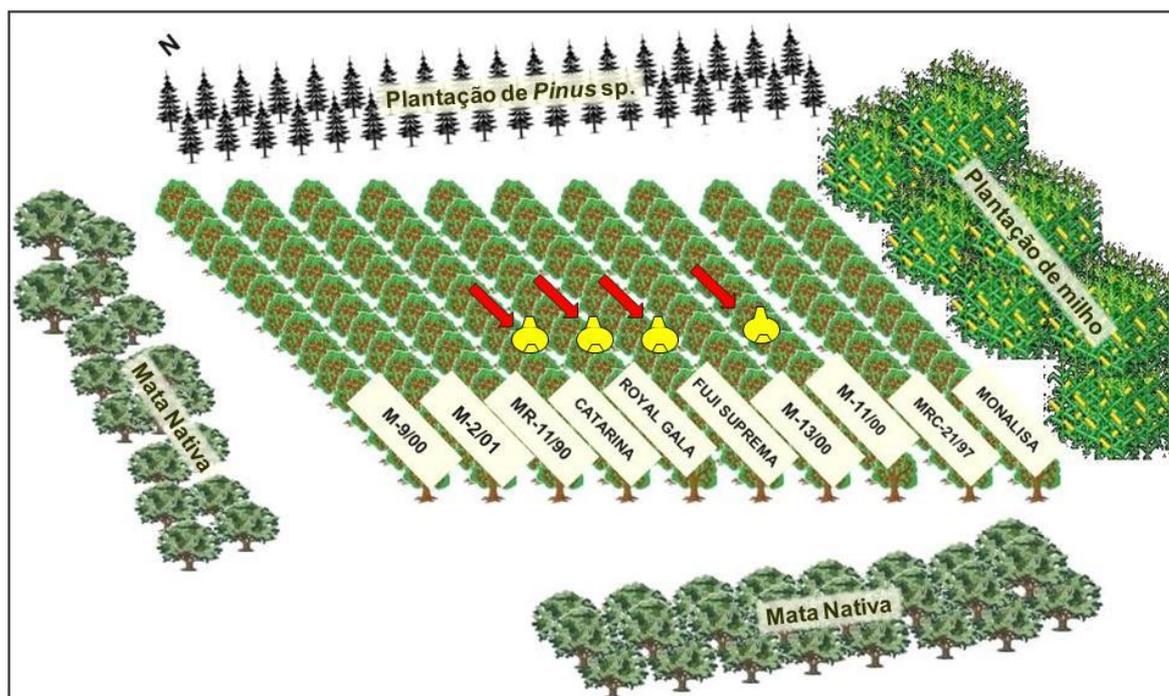


FIGURA 3. Desenho esquemático da área de estudo (As setas indicam as posições aproximadas de instalação das armadilhas do tipo McPhail).

O controle de plantas invasoras foi feito com roçadas com microtrator nas entrelinhas e roçadeira costal motorizada entre as plantas. Para o controle de doenças foram realizados tratamentos fitossanitários com calda sulfocálcica e bordalesa, pulverizadas intercaladamente, a cada 15 dias.

Nos experimentos em que foram avaliados danos em frutos (item 3.3) e o comportamento de *A. fraterculus* (item 3.5), foram utilizados os genótipos 'Royal Gala', M-11/00, 'Fuji Suprema' e 'Catarina' (Tabela 1, Figura 3).

TABELA 1. Características dos genótipos de macieira.

Genótipos	Genitores	Cor dos frutos	
		Predominante	De fundo
Royal Gala	Mutação da 'Gala' ('Kidd's Orange Red' x 'Golden Delicious')	Vermelho	Amarelo
M-11/00	'Imperatriz' x 'Fred Hough'	Vermelho	Amarelo
Fuji Suprema	Mutação da 'Fuji' ('Ralls Janet' x 'Delicious')	Vermelho	Verde
Catarina	'Fuji' x PWR37T133	Vermelho	Verde

Adaptado de Camilo & Denardi (2006).

No presente estudo, o período de safra correspondeu ao início da floração (estádio 'F'), no início de outubro, até a colheita comercial (maturação fisiológica) das cultivares tardias, em meados de abril.

Nos experimentos em que foram avaliados os danos de mosca-das-frutas, levou-se em consideração a fenologia dos quatro genótipos (Tabela 2). Os períodos de avaliação corresponderam:

- a) floração e frutos verdes (FI + Fv) - do início da floração em outubro (estádio 'F'), até aproximadamente 45 dias após esta, quando os frutos apresentavam em torno de 20 mm de diâmetro (estádio 'J');
- b) intermediário - de frutos verdes (estádio 'J') até aproximadamente a metade do ciclo de desenvolvimento de cada genótipo;
- c) pré-colheita (PrC) - da metade do ciclo até a maturação fisiológica ou colheita comercial de cada genótipo;
- d) pós-colheita (PC) - da colheita comercial até sete dias após esta.

Frutos do período intermediário foram coletados e avaliados na metade do ciclo de desenvolvimento de cada genótipo. Frutos que corresponderam ao período de pré-colheita foram coletados e avaliados no dia da colheita comercial de cada genótipo e os de pós-colheita, sete dias após a colheita comercial.

TABELA 2. Períodos de desenvolvimento em dias de quatro genótipos de macieira. Caçador, SC (safras 2009/2010 e 2010/2011).

Genótipos	Períodos de desenvolvimento (dias)			
	Florada e Frutos verdes	Intermediário	Pré-colheita	Pós-colheita
Safra 2009/2010				
Royal Gala	1 - 42* (42)***	43 - 71 (28)	72 - 128 (56)	127 - 134 (7)
M-11/00	1 - 42 (42)	43 - 78 (35)	79 - 142 (63)	141 - 148 (7)
Fuji Suprema	1 - 42 (42)	43 - 99 (56)	100 - 163 (63)	162 - 169 (7)
Catarina	1 - 42 (42)	43 - 93 (50)	94 - 178 (84)	177 - 184 (7)
Safra 2010/2011				
Royal Gala	1 - 45* (45)***	46 - 68 (22)	69 - 115 (46)	116 - 123 (7)
M-11/00	1 - 45 (45)	46 - 81 (35)	82 - 135 (53)	136 - 143 (7)
Fuji Suprema	1 - 45 (45)	46 - 110 (64)	111 - 158 (47)	159 - 166 (7)
Catarina	1 - 45 (45)	46 - 86 (40)	87 - 178 (91)	179 - 185 (7)

*Início da floração (estádio 'F'), **Frutos verdes (estádio 'J'), ***Duração total do período em dias.

3.2 Flutuação populacional de *Anastrepha fraterculus* em macieira

A flutuação populacional de mosca-das-frutas foi avaliada semanalmente, de outubro de 2009 a abril de 2012, envolvendo três safras (2009/2010, 2010/2011 e 2011/2012).

Na área de estudo, foram instaladas, quatro armadilhas do tipo McPhail, iscadas com levedura *Torula*[®] em tabletes (três tabletes/400 mL de água), colocadas no interior do pomar, na parte interna da copa das plantas, a 1,5 m acima do nível do solo. Semanalmente o atrativo foi substituído, registrando-se o número de moscas capturadas. Os espécimes foram armazenados em frascos contendo álcool 70% e, posteriormente, procedeu-se a sexagem e a identificação com o auxílio de chave dicotômica de Zucchi (2000).

Em cada ocasião de amostragem, a média de todas as armadilhas foi avaliada, nos períodos correspondentes ao desenvolvimento dos frutos, conforme Tabela 2. O índice MAD (moscas/armadilha/dia) foi calculado através da fórmula: MAD = quantidade de moscas capturadas/número de armadilhas x número de dias de exposição das armadilhas, considerando-se o total de indivíduos coletados.

Os registros diários dos dados meteorológicos, de maio de 2009 a maio de 2012 (Apêndice 1), referentes à temperatura máxima, mínima e média (°C), precipitação pluviométrica (mm) e umidade relativa do ar (%) foram obtidos na Estação Meteorológica da Epagri de Caçador (SC).

A associação entre o número médio de moscas e as variáveis meteorológicas foi realizada durante o período de safra (outubro a abril) e avaliada pelo coeficiente de correlação de Pearson, com auxílio do programa estatístico BioEstat 5.0 (Ayres *et al.*, 2007), ao nível de significância de 5%. Os valores utilizados nestas análises foram relativos às médias diárias de temperatura mínima, média e máxima, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica, registrados aos sete, 15 e 30 dias que antecederam cada ocasião de amostragem de mosca-das-frutas.

O número de gerações/ano foi estimado para o município de Caçador (SC), utilizando-se os dados de temperatura mínima de 2009, 2010, 2011 e 2012, com base na constante térmica e temperatura basal estabelecidos para *A. fraterculus* por Machado *et al.* (1995).

3.3 Danos de *Anastrepha fraterculus* em macieira

As avaliações de danos de mosca-das-frutas foram realizadas nas safras 2009/2010 e 2010/2011, nos quatro períodos de desenvolvimento dos frutos e nos quatro genótipos de macieira (Tabela 2).

Para a avaliação de danos em frutos verdes, no estágio 'J' (aproximadamente 20 mm de diâmetro), foram coletados aleatoriamente 100 frutos de cada genótipo. Após, procedeu-se o raleio e em seguida, foram ensacados 20 frutos por planta, em 50 plantas de cada genótipo, com embalagens de TNT de coloração branca (16 g/m² de espessura), de 20 x 22 cm.

Como margem de segurança, foi ensacada uma quantidade de frutos maior que a necessária para o estudo, devido as possíveis perdas por granizo, doenças, chuvas e ventos fortes, ataque de pássaros, queda natural de frutos, entre outros.

Na safra 2009/2010, avaliou-se os frutos que permaneceram em três diferentes condições (tratamentos): não ensacados, ensacados cuja retirada do saco ocorreu sete dias antes de finalizar cada período de desenvolvimento e ensacados durante todo o período.

Em cada um dos três períodos (intermediário, pré-colheita e pós-colheita), de cada tratamento, foram coletados quinze frutos, em dez árvores de cada genótipo, totalizando 150 frutos/genótipo/período, sendo utilizados 100 de cada tratamento para a avaliação dos danos de mosca-das-frutas e dos atributos físico-químicos: cor de fundo, diâmetro transversal e massa. Para a verificação dos danos, os frutos foram cortados transversalmente em fatias, avaliando-se a presença de puncturas, galerias e larvas, segundo metodologia proposta por Branco (1998).

Os atributos físico-químicos: acidez titulável, sólidos solúveis totais, firmeza da polpa e índice de amido foram analisados em 50 frutos, no Laboratório de Fisiologia Pós-Colheita, da Estação Experimental da Epagri de Caçador.

Os seguintes procedimentos foram adotados nas análises:

- a) acidez titulável (AT), com titulador automático digital, através de titulometria de neutralização (com NaOH 0,1 N, até pH 8,1), medida e expressa em percentagem de ácido málico;
- b) sólidos solúveis totais (SST), obtido em graus Brix, através de refratômetro digital;

- c) firmeza da polpa (lb), medida com penetrômetro motorizado digital, com êmbolo de 8 mm de diâmetro para frutos verdes (de 20 a 25 mm de diâmetro transversal) e êmbolo de 11 mm para frutos nos demais estádios;
- d) massa (g), medida com balança semianalítica;
- e) diâmetro transversal dos frutos (mm), medido com paquímetro digital;
- f) índice de amido, obtido através de comparação com escalas de escores de 1 a 9, proposta por Bender & Ebert (1985), onde (1) sugere que toda a superfície corada pelo complexo iodo-amido, corresponde à predominância de amido, indicando frutos imaturos e (9) onde a superfície não corada, corresponde à predominância de açúcares solúveis, indicando frutos totalmente maduros;
- g) cor de fundo dos frutos, obtida através da escala de cores de 1 a 5, desenvolvidas para cultivares e seleções dos grupos 'Gala' e 'Fuji', conforme Argenta (2004a,b), que representam a evolução da maturação, onde (1) indica frutos imaturos e (5) muito maduros.

Na safra 2010/2011, o ensacamento seguiu a mesma metodologia descrita anteriormente. No entanto, foram avaliados somente frutos não ensacados e ensacados até o dia da coleta de cada período de desenvolvimento, quando foram amostrados 16 frutos, em dez árvores de cada genótipo, nos dois tratamentos, totalizando 160 frutos/genótipo/período. De cada tratamento, 100 frutos foram utilizados para a avaliação da cor de fundo, diâmetro transversal, massa e danos de mosca-das-frutas, 30 foram colocados em recipiente plástico com areia (10 frutos em cada recipiente), para verificar o desenvolvimento de larvas e/ou pupários, e 30 foram destinados às análises dos atributos físico-químicos.

Os dados relativos aos danos de mosca foram analisados com auxílio do programa estatístico SASM-Agri (Canteri *et al.*, 2001), testados quanto à

normalidade, transformados em raiz quadrada de $(x + 0,5)$ ou em arco seno da raiz quadrada de $x/100$ (para dados apresentados em percentagem). As médias e as percentagens médias foram comparadas pelo teste de Duncan ($\alpha = 0,05$).

A associação entre o percentual de frutos danificados pela mosca-das-frutas (% de infestação) e os atributos: diâmetro transversal, massa, firmeza da polpa, sólidos solúveis totais e acidez titulável foram avaliados pelo coeficiente de correlação de Pearson. O índice de amido e a cor de fundo dos frutos, por serem aferidos através de escalas, foram avaliados pelo coeficiente de correlação de Spearman. Os dados também foram submetidos à análise de regressão linear simples. As variáveis independentes ou preditivas foram representadas pelos atributos físico-químicos dos frutos e a variável dependente pela (%) de infestação. Para estas análises, para cada genótipo, os dados das safras 2009/2010 e 2010/2011 foram analisados conjuntamente, utilizando-se o programa estatístico BioEstat 5.0 (Ayres *et al.*, 2007), ao nível de significância de 5%.

3.4 Danos em frutos de M-11/00 e 'Catarina' submetidos a três diferentes condições de infestação por *Anastrepha fraterculus*, na safra 2011/2012

Frutos de M-11/00 e 'Catarina', em dois períodos de desenvolvimento, foram submetidos a campo, a três diferentes condições de infestação: artificial, controlada e natural. No primeiro período, os frutos estavam imaturos, com aproximadamente índice 2 de cor de fundo e no segundo, maduros com cerca de 4 de cor de fundo, correspondendo à colheita comercial. As infestações em M-11/00 ocorreram 86 e 128 dias após a plena floração, respectivamente nos dias 13 de janeiro e 24 de fevereiro de 2012. Na cv. Catarina, estas ocorreram 90 e

160 dias após a plena floração, respectivamente nos dias 17 de janeiro e 27 de março de 2012.

No início da frutificação, após o raleio, em cada genótipo, 500 frutos aleatoriamente foram ensacados com embalagens de TNT de coloração branca.

Em cada período preestabelecido, foram colhidos 30 frutos de cada genótipo, para avaliação dos atributos físico-químicos: diâmetro transversal, massa, acidez titulável, sólidos solúveis totais e cor de fundo, conforme metodologia descrita no item 3.3.

3.4.1 Infestação artificial

Em cada um dos períodos preestabelecidos, 50 frutos de cada genótipo, dos que haviam sido ensacados, foram submetidos à infestação artificial de *A. fraterculus*. Os frutos foram individualmente expostos por três dias, a duas fêmeas acasaladas com 15 a 30 dias de idade, provenientes de criação da Estação Experimental da Epagri de São Joaquim, SC, mantida em sala climatizada (25 ± 1 °C; $60 \pm 10\%$ U.R.; fotofase 14 horas), conforme metodologia de Machota Júnior *et al.* (2010). Os frutos submetidos à infestação artificial foram protegidos individualmente por uma gaiola confeccionada com tecido voile (30 cm de altura x 15 cm de largura), fechada em uma das extremidades e possuindo, na outra, um sistema de abertura com cadarço (Figura 4A). Para evitar o contato das gaiolas com o fruto, foi colocado um suporte de plástico de forma circular, com 15 cm de diâmetro e com um corte até o centro do disco. O suporte era preso com um grampeador ao redor do pedúnculo do fruto, servindo de sustentação para as gaiolas na planta. Quando as moscas foram inseridas nas gaiolas foi colocado um frasco de vidro (10 mL), sem tampa, por onde a água foi disponibilizada por capilaridade, através de um chumaço de algodão (Figura 4B).



FIGURA 4. Maçã protegida por gaiola de voile (A); interior da gaiola com frasco de água (1) e fêmeas de mosca-das-frutas (2) (B). Caçador, SC (2012).

Três dias após a infestação, a mortalidade das moscas foi registrada e 20 frutos foram colhidos e individualizados em potes plásticos (14 cm x 9 cm) contendo areia esterilizada para registrar a presença de larvas e/ou pupários. Os demais frutos permaneceram protegidos até o ponto de colheita, quando foram avaliados os danos (puncturas e/ou galerias). Este procedimento foi realizado apenas com frutos infestados no primeiro período.

3.4.2 Infestação controlada

No primeiro período de infestação, nos mesmos dias em que ocorreu a infestação artificial, 50 frutos protegidos e não expostos à *A. fraterculus* tiveram as embalagens abertas para que os mesmos ficassem por três dias expostos às moscas. Após este período, as embalagens foram recolocadas em 30 frutos, que permaneceram na planta até o ponto de colheita. Os 20 frutos restantes foram individualizados em potes plásticos contendo areia esterilizada.

3.4.3 Infestação natural

Nos dois períodos de infestação, foram coletados de cada genótipo, 50 frutos que não haviam sido protegidos e que estiveram todo o período sob infestação natural da mosca-das-frutas. Destes, em 30 avaliou-se o número de frutos danificados por mosca e os 20 restantes, foram individualizados em potes plásticos com areia esterilizada.

Frutos armazenados em areia esterilizada, obtidos de todas as condições de infestação foram mantidos em câmaras climatizadas (25 ± 1 °C; fotofase 14 horas). Após 30 dias, a areia foi peneirada para a contagem de pupários e os frutos cortados para a contagem de larvas e registro de galerias. Nos que permaneceram na planta até o ponto de colheita, avaliou-se o número médio de frutos danificados (puncturas e/ou galerias).

Os dados foram analisados com auxílio do programa estatístico BioEstat, 5.0 (Ayres *et al.*, 2007), testados quanto à normalidade e submetidos aos testes de Kruskal-Wallis, Mann-Whitney ou Qui-quadrado ($\alpha = 0,05$).

3.5 Comportamento de *Anastrepha fraterculus* em frutos de macieira

Neste estudo, avaliaram-se frutos verdes (estádio 'J') de 'Royal Gala', M-11/00, 'Fuji Suprema' e 'Catarina' (Figura 5), coletados no pomar descrito no item 3.1. Em meados de novembro de 2012, 30 dias após a plena floração, foram colhidos 200 frutos de cada genótipo. Destes, 100 foram utilizados para as análises físico-químicas no Laboratório de Fisiologia Pós-Colheita da Epagri. Os atributos analisados foram acidez titulável, sólidos solúveis totais, firmeza da polpa, índice de amido e cor de fundo, conforme metodologia descrita no item 3.3. Dos 100 frutos restantes, 48 foram separados, padronizados pelo tamanho e peso

(20 a 25 mm de diâmetro transversal e 10 a 15 gramas) (Figura 5), utilizando-se paquímetro e balança de precisão, respectivamente.

Os frutos foram separados por genótipo, acondicionados em sacos plásticos térmicos hermeticamente fechados e transportados para o Laboratório de Biologia, Ecologia e Controle Biológico de Insetos (BIOECOLAB) da UFRGS.

O bioensaio foi desenvolvido em sala climatizada ($25 \pm 1^\circ\text{C}$; $60 \pm 10\%$ U.R.), sob luz fluorescente (11W e iluminância de aproximadamente 2000 lux). As avaliações iniciaram um dia após a coleta dos frutos e ocorreram das 10 às 17 horas, durante três dias consecutivos. Em cada dia foram realizadas 16 repetições, totalizando 48.



FIGURA 5. Exemplos de frutos verdes (estádio 'J') de macieiras 'Royal Gala', M-11/00, 'Fuji Suprema' e 'Catarina'.

O comportamento de *A. fraterculus* foi observado em uma arena confeccionada a partir de uma caixa gerbox de acrílico (11 x 11 x 3,5 cm). Os

frutos ficaram em suportes, sobre uma abertura coberta por tecido voile e dispostos nos cantos da arena. A fim de não saturar o ambiente com os voláteis dos frutos, cada abertura estava conectada através de mangueira de silicone (1,5 mm) a um fluxímetro acoplado a uma bomba de vácuo, responsável pela retirada do ar de dentro da arena a uma taxa de 0,8 L/min (Figura 6).

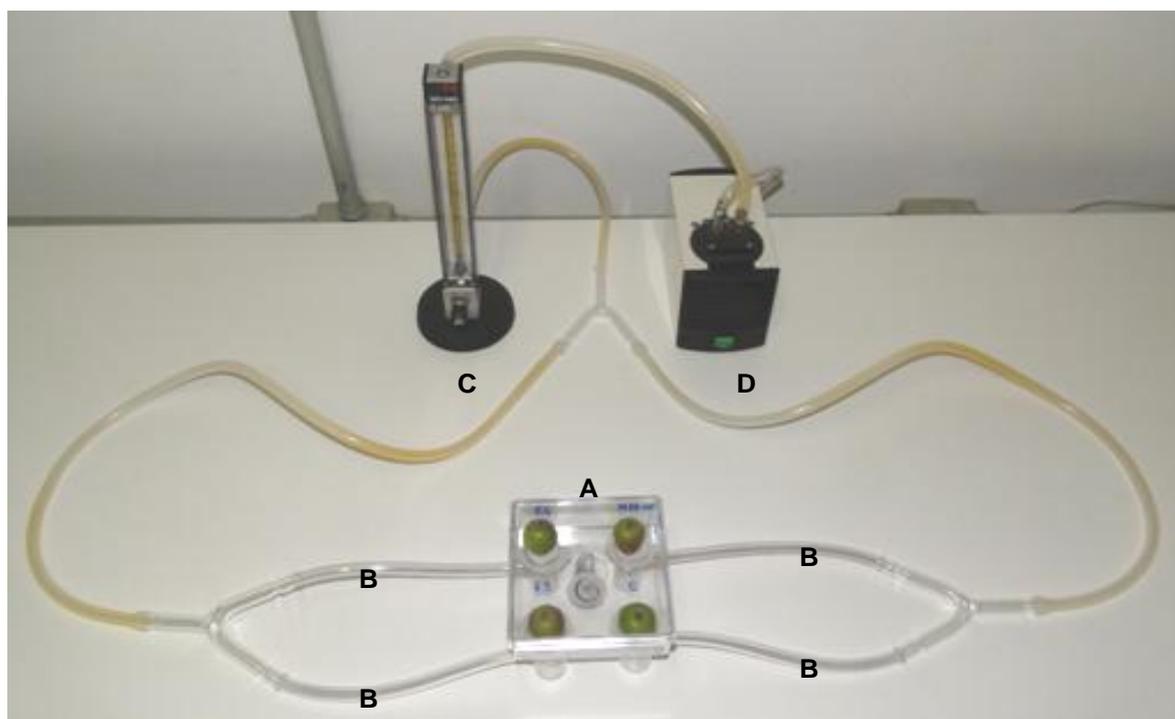


FIGURA 6. Sistema utilizado no bioensaio comportamental: arena (A); mangueiras de silicone (B); fluxímetro (C) e bomba de vácuo (D).

Os adultos de *A. fraterculus* utilizados no teste foram obtidos da criação do BIOECOLAB. Foram avaliadas fêmeas de 20 dias de idade, acasaladas e inexperientes (sem contato prévio com frutos), que haviam recebido diariamente água e alimento composto por açúcar cristal, lêvedo de cerveja, levedura hidrolisada Biorigin[®] e complexo vitamínico (Diarium[®] – VitaminLife).

Antes do início das avaliações os insetos foram aclimatados por uma hora na sala de testes. Após este período, as fêmeas foram submetidas à escolha entre os quatro genótipos (Figura 7A). Cada indivíduo era liberado em um tubo de silicone, conectado a uma abertura (14 mm) localizada no centro da arena, dessa

forma, a entrada do inseto ocorria de forma espontânea (Figura 7B). Cada fêmea foi avaliada individualmente por 15 minutos, após a entrada desta na arena. A cada repetição, as moscas e os frutos foram substituídos e a posição de cada genótipo foi alterada, conforme sorteio realizado previamente. Entre as repetições a arena foi limpa com algodão embebido em álcool 70%.

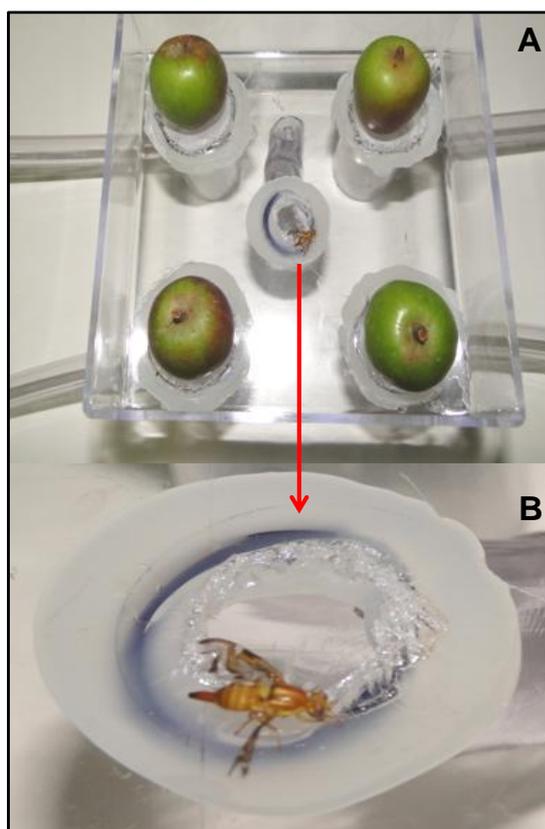


FIGURA 7. Vista superior da arena, com os frutos de cada genótipo (A) e detalhe do orifício com fêmea de *Anastrepha fraterculus* (B).

Os padrões de comportamento de fêmeas de *A. fraterculus*, foram determinados observando-se as seguintes categorias:

- a) inspeção - caminhando sobre o fruto e examinando a sua epiderme com o aparelho bucal, antenas e/ou bainha do ovipositor;
- b) punctura - a fêmea mantém o ovipositor em posição perpendicular à superfície, inserindo o acúleo no interior do fruto;

c) limpeza - a fêmea realiza limpeza de alguma parte do corpo, tal como aparelho bucal, antenas, ovipositor e asas;

d) arraste - com o acúleo externalizado, a fêmea deposita feromônio de marcação, arrastando o ovipositor sobre a superfície do fruto.

Frutos que receberam punctura foram mantidos em sala climatizada ($25 \pm 2^\circ\text{C}$; $70 \pm 10\%$ U.R.; fotofase de 12 horas), armazenados individualmente em potes plásticos (6 cm de altura x 6,5 de diâmetro) contendo areia esterilizada e cobertos por tecido voile. Após 30 dias, a areia foi peneirada para a contagem de pupários.

A sequência, a frequência e a duração em segundos de cada comportamento foram registradas com auxílio do software Etholog 2.25 (Ottoni, 2000). Os dados referentes às categorias comportamentais foram analisados no programa estatístico SASM-Agri (Canteri *et al.*, 2001), transformados em raiz quadrada de $(x + 0,5)$ e submetidos ao teste de Duncan ($\alpha = 0,05$). Para estas análises, não foram contabilizadas as repetições em que as fêmeas permaneceram durante todo o período de observação (15 minutos) fora dos frutos. Avaliou-se também a opção de primeira escolha de *A. fraterculus* para realização de inspeção e punctura nos genótipos, através do teste Exato de Fisher ($\alpha = 0,05$). Os dados relativos aos atributos físico-químicos dos frutos foram testados quanto à normalidade e submetidos à análise da variância (ANOVA) ou Kruskal-Wallis, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ou Dunn ($\alpha = 0,05$), com auxílio do programa estatístico BioEstat 5.0 (Ayres *et al.*, 2007).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Flutuação populacional de *Anastrepha fraterculus* em pomar de macieira

Nas três safras em estudo, todas as moscas capturadas tratavam-se de *A. fraterculus*. Em 2009/2010 foram capturados 77 adultos, em 2010/2011, 429 e em 2011/2012, 345. A razão sexual nestes períodos foi de 0,31; 0,55 e 0,8, respectivamente. No sul do Brasil, a maior abundância de *A. fraterculus*, dentre os Tephritidae, já havia sido registrada em ameixeira (Hickel & Ducroquet, 1993), goiabeira-serrana (Hickel & Ducroquet, 1994), macieira (Bleicher *et al.*, 1982; Kovalski *et al.*, 1999; Nora *et al.*, 2000; Santos *et al.*, 2011), pessegueiro (Hickel & Ducroquet, 1993; Garcia & Corseuil, 1998/99; Garcia *et al.*, 2003; Alberti *et al.*, 2009; Reyes *et al.*, 2012), citros (Silva *et al.*, 2006; Gatelli *et al.*, 2008), maracujazeiro (Alberti *et al.*, 2009) e goiabeira (Reyes *et al.*, 2012).

Na safra 2009/2010, os primeiros adultos foram capturados no início de dezembro de 2009 e o pico populacional foi verificado em meados de fevereiro de 2010. Em março do mesmo ano, os frutos de todos os genótipos de macieira já haviam sido colhidos, entretanto, as moscas continuaram sendo coletadas até o final de abril. De maio a outubro, não foram observados indivíduos nas armadilhas, estes voltaram a ser registrados no início de novembro de 2010. Na safra 2010/2011, o pico populacional foi constatado no início de fevereiro de 2011 e as capturas cessaram no início de abril do mesmo ano. Somente no começo de dezembro de 2011 é que foram coletados novamente. O pico populacional

ocorreu no início de janeiro de 2012 e, no mês de abril, já não houve mais registro de insetos (Figura 8).

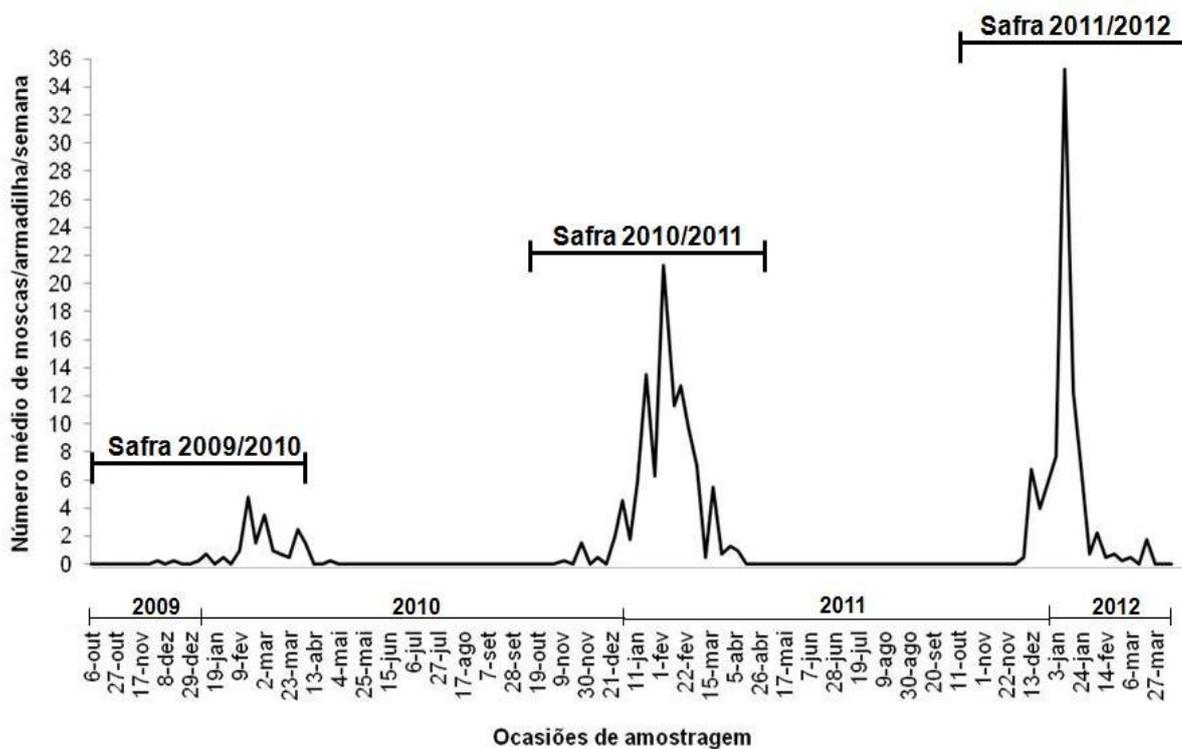


FIGURA 8. Flutuação populacional de adultos de *Anastrepha fraterculus* em pomar de macieira. Caçador, SC. (Traços indicam os períodos de safra).

Nas regiões de São Joaquim (SC) e Vacaria (RS), as moscas-das-frutas podem ocorrer em pomares de macieiras do início de setembro até abril (Ribeiro, 1999; Kovaleski *et al.*, 2000). No presente estudo, o primeiro registro de moscas ocorreu mais tardiamente, em novembro e dezembro, isto provavelmente se deve à diferença na fenologia de frutificação dos hospedeiros alternativos presentes nas diferentes regiões, os quais são responsáveis pelo surgimento e repovoamento das moscas nos pomares. No entanto, o final da infestação coincidiu com o registrado por estes autores, provavelmente em função da colheita das cultivares de macieiras tardias (MR-11/90, Catarina, Fuji Suprema, M-13/00 e MRC-21/97).

Branco *et al.* (1999) constataram maior densidade de *A. fraterculus* de dezembro a janeiro em macieiras em Caçador (SC), com pico populacional em dezembro. Os autores atribuíram que a maior população de moscas registrada em dezembro, ocorreu devido à migração a partir de plantas silvestres, a qual infestou as cultivares precoces de macieira que já se encontravam próximas da maturação. No presente estudo, o fato de ser observada maior densidade de moscas em janeiro e fevereiro, pode estar relacionado ao início da maturação das cultivares precoces (M-2/01 e Monalisa) e intermediárias (M-9/00 e M-11/00). Nesta mesma região, Nora *et al.* (2000) verificaram dois períodos de alta incidência de moscas em macieiras, entre janeiro e fevereiro e entre março e abril, sendo estes associados à maturação das cvs. Gala e Fuji, respectivamente.

Na safra 2009/2010, o número médio de moscas/armadilha/semana foi de 0,67. Em 2010/2011, este número foi de 3,7, resultando em mais de 500% de aumento em relação à safra anterior. Já em 2011/2012, foram registradas 3,08 moscas/armadilha/semana, aproximadamente 17% a menos que em 2010/2011. Os picos populacionais ocorreram em 16/02/2010, 04/02/2011 e 10/01/2012, com 0,68, 3,04 e 5,04 moscas/armadilha/dia, respectivamente.

Variações nas épocas de captura de moscas-das-frutas e no tamanho populacional entre anos já foram observadas em macieira (Kovaleski, 1997; Nora *et al.*, 2000), em ameixeira (Gonçalves *et al.*, 2005) e em pessegueiro (Fhen, 1982; Montes *et al.*, 2011). A influência das variáveis meteorológicas, em especial a temperatura, na quantidade e na época de ocorrência de *A. fraterculus* capturadas em diferentes espécies frutíferas, foi observada por Zahler (1990), Salles (1993), Machado *et al.* (1995), Salles *et al.* (1995), Raga *et al.* (1996b); Kovaleski (1997), Garcia & Corseuil (1998/99), Taufer *et al.* (2000), Chiaradia & Milanez (2003), Garcia *et al.* (2003), Chiaradia *et al.* (2004) e Silva *et al.* (2004).

Chiaradia & Milanez (2003) constataram que a temperatura foi o fator climático que exerceu influência mais expressiva no aumento das populações de *A. fraterculus* e *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae), em pomares de citros, no oeste de Santa Catarina. Na mesma região, Garcia *et al.* (2003) verificaram que a temperatura média e a umidade relativa do ar afetaram o aumento e, a temperatura mínima, a diminuição da população de *A. fraterculus* em tangerineiras. Silva *et al.* (2004) observaram que as temperaturas elevadas e a ocorrência de chuvas estiveram associadas ao aumento das populações de *Anastrepha* spp. e *C. capitata*, em pomares de citros, na região do Vale do Caí (RS).

No presente estudo, entretanto, somente na safra 2010/2011 é que ocorreu correlação entre o número médio de moscas e as temperaturas máxima, média e mínima, registradas aos sete, 15 e 30 dias anteriores as amostragens. O maior número de indivíduos capturados nesta safra em relação às demais pode ter sido o fator responsável por esta significância (Tabela 3). Entretanto, a temperatura não deve ser considerada separadamente de outros fatores ecológicos, pois a fenologia de frutificação dos hospedeiros alternativos e multiplicadores localizados próximos ao pomar também pode influenciar a presença de moscas no campo. Araujo *et al.* (2008) observaram que a temperatura, considerada isoladamente, influenciou na flutuação populacional de mosca-das-frutas em pomar de goiabeira, em Russas (CE). Entretanto, os autores verificaram que a disponibilidade de frutos hospedeiros foi o fator preponderante para os picos populacionais. Fato que também havia sido registrado em pessegueiros, por Fhen (1982), nos municípios de Pelotas, Cangussu e Piratini (RS) e por Montes *et al.* (2011), em Presidente Prudente (SP).

TABELA 3. Correlação entre o número médio de mosca-das-frutas e as variáveis meteorológicas, registradas sete, 15 e 30 dias anteriores as amostragens, no período de outubro a abril das safras 2009/2010, 2010/2011 e 2011/2012. (Caçador, SC).

Variáveis meteorológicas	Dias que antecederam a coleta de mosca-das-frutas					
	7		15		30	
	r [†]	p	r	p	r	p
Safra 2009/2010						
Temperatura (°C)						
Máxima	0,041	0,841	0,252	0,214	0,339	0,091
Média	0,127	0,536	0,258	0,203	0,326	0,104
Mínima	0,264	0,193	0,302	0,133	0,350	0,079
Umidade relativa do ar (%)	0,415	0,055	0,339	0,090	0,373	0,060
Precipitação pluviométrica (mm)	0,341	0,089	0,267	0,188	0,115	0,578
Safra 2010/2011						
Temperatura (°C)						
Máxima	0,558	0,0001	0,654	0,0001	0,731	<0,0001
Média	0,664	<0,0001	0,719	<0,0001	0,747	<0,0001
Mínima	0,666	<0,0001	0,716	<0,0001	0,716	<0,0001
Umidade relativa do ar (%)	0,274	0,151	0,360	0,060	0,353	0,060
Precipitação pluviométrica (mm)	0,202	0,294	0,317	0,094	0,427	0,051
Safra 2011/2012						
Temperatura (°C)						
Máxima	0,155	0,429	0,024	0,904	0,033	0,869
Média	0,236	0,226	0,161	0,413	0,131	0,507
Mínima	0,165	0,402	0,164	0,404	0,053	0,787
Umidade relativa do ar (%)	0,110	0,577	0,210	0,283	0,089	0,652
Precipitação pluviométrica (mm)	0,024	0,906	0,121	0,541	0,104	0,600

[†] Coeficiente de correlação de Pearson.

Nas três safras, as maiores capturas de moscas ocorreram quando a umidade relativa do ar estava acima de 80% e as temperaturas estavam entre 17 e 27 °C, em janeiro e fevereiro (Figura 9, Apêndice 1), coincidindo com o início da maturação das macieiras precoces. Dados semelhantes aos obtidos por Machado *et al.* (1995), os quais verificaram que a faixa ótima para o desenvolvimento de *A. fraterculus* está entre 15,3 e 26,8 °C. De acordo com Salles (2000), quando as temperaturas estão dentro dessa faixa, o aumento populacional passa a depender da qualidade e da abundância de hospedeiros. Segundo Machado *et al.* (1995), para *A. fraterculus* completar o seu ciclo de vida são necessárias 430,6 horas (constante térmica expressa em graus-dias) com temperaturas acima de 10,72 °C (temperatura base).

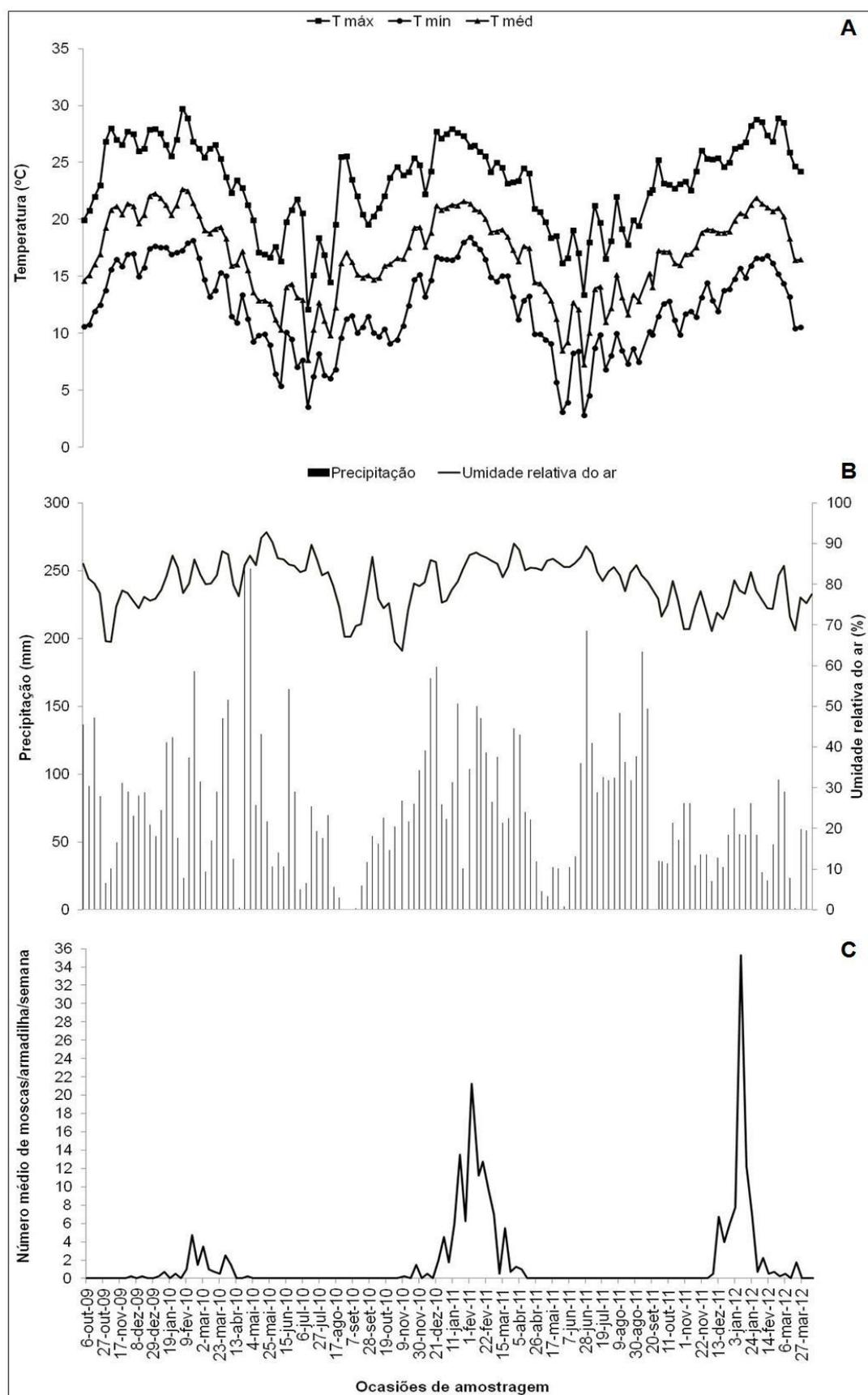


Figura 9. Média acumulada registrada na quinzena anterior a cada ocasião de amostragem de mosca-das-frutas: temperatura máxima, média e mínima (A), umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica acumulada e (C) flutuação populacional de *Anastrepha fraterculus*. Caçador, SC (outubro de 2009 a março de 2012).

Com base nos valores de temperatura registrados em Caçador (SC), onde a temperatura média anual fica em torno de 16 °C (Apêndice 1), estima-se que *A. fraterculus* poderia ter tido 8,3; 7,7; 7,8 e 8,7 gerações em 2009, 2010, 2011 e 2012, respectivamente. Em Chapecó (SC), com temperatura média anual de aproximadamente 19 °C, Garcia *et al.* (2003) verificaram que *A. fraterculus* teve condições de desenvolver 11,27; 10,75 e 11,57 gerações em 1998, 1999 e 2000, respectivamente.

Os últimos indivíduos de *A. fraterculus* foram registrados em abril e coletados novamente somente em novembro (safra 2010/2011) e dezembro (safras 2009/2010 e 2011/2012) (Figura 8). No período em que as macieiras entram em dormência, no mês de maio, as temperaturas começam a diminuir, podendo a média ficar abaixo dos 13 °C até agosto (Apêndice 1). Assim, este fator poderia ter exercido influência na bioecologia do inseto. Santos (2008), no município de Lapa (PR), observou que temperaturas abaixo do limiar inferior, de maio a setembro, desfavoreceram o desenvolvimento de *A. fraterculus*. Kovaleski (1997) já havia registrado em Vacaria (RS), maiores capturas de *A. fraterculus* quando a temperatura estava acima de 15 °C e menores, abaixo de 10 °C.

Nas temperaturas de 9 e 13 °C, Taufer *et al.* (2000) verificaram que não ocorreu o amadurecimento ovariano de *A. fraterculus*. Os autores comentam que o repovoamento das matas e pomares em Vacaria (RS) e São Joaquim (SC) é influenciado pela temperatura, uma vez que esta altera alguns parâmetros biológicos, tais como a longevidade e a maturação dos ovários. Desta forma, os insetos podem estar presentes nos pomares nas estações frias, porém não aptos à reprodução e, portanto, pouco responsivos às armadilhas com atrativos alimentares.

Salles (1993) verificou que no inverno, em Pelotas (RS), a fase pupal é mais longa e há redução na população de *A. fraterculus*. O mesmo foi observado por Kovaleski (1997) em Vacaria (RS), segundo o autor conforme a temperatura diminuía, em abril e maio, o desenvolvimento larval e pupal de *A. fraterculus* em frutos de goiabeira-serrana era mais longo, permitindo que o inseto persistisse de um ano para o outro, mesmo nos períodos de baixas temperaturas. No presente estudo, as baixas temperaturas no inverno, aliadas a falta de frutos, podem explicar a ausência de captura de moscas de maio a outubro. Este fato foi mencionado por Nora *et al.* (2000), os quais não registraram moscas em pomares de pessegueiro e macieira na região de Caçador (SC) nos meses de maio a outubro, atribuindo este fato a ausência de frutos.

Alguns autores associam as oscilações de captura de moscas em diferentes anos e safras, ao efeito das variáveis meteorológicas, em especial as temperaturas ocorridas no inverno, as quais influenciam a bioecologia do inseto e a frutificação de hospedeiros nativos. Uramoto *et al.* (2003) comentaram que os fatores meteorológicos podem influenciar indiretamente a frutificação dos hospedeiros nativos, que é, por sua vez, importante na manutenção das populações de mosca após os períodos hibernais.

De acordo com Kovaleski *et al.* (2000), as temperaturas de maio a setembro, período que abrange a endodormência até o início da brotação das macieiras, também podem influenciar a população de moscas para a safra seguinte, o que explicaria as diferenças entre os anos na quantidade de indivíduos capturados. Neste estudo, porém, não se observou diferenças significativas entre os valores de temperatura mínima, média e máxima, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica no período de maio a setembro, entre as três safras (Tabela 4). Segundo Montes *et al.* (2011), em regiões onde as

variações de temperatura não são tão pronunciadas entre anos, a disponibilidade de hospedeiros alternativos e o estágio de maturação dos frutos, passam a ser os fatores mais importantes na flutuação das populações das moscas.

TABELA 4. Valores médios diários de temperatura mínima, média e máxima (°C), umidade relativa do ar (%) e precipitação pluviométrica (mm), no período de entressafra, de maio a setembro de 2009, 2010 e 2011. (Caçador, SC).

Variáveis meteorológicas	Período de maio a setembro		
	2009	2010	2011
Temperatura mínima (°C) ¹	7,77*	8,53	7,67
	F = 1,673; p = 0,187		
Temperatura média (°C) ¹	12,54*	13,19	12,37
	F = 1,982; p = 0,137		
Temperatura máxima (°C) ¹	19,22*	19,42	18,85
	F = 0,564; p = 0,575		
Umidade relativa do ar (%) ¹	82,99*	81,61	83,17
	F = 0,984; p = 0,624		
Precipitação pluviométrica (mm) ²	4,59*	2,97	5,63
	H = 5,08; p = 0,08		

*Médias na linha não diferiram significativamente entre as safras, pelo teste ¹F ou ²Kruskal-Wallis.

No sul do Brasil após o período de inverno, normalmente as populações de mosca-das-frutas começam a se recompor nas áreas de mata nativa, onde os hospedeiros possibilitam a multiplicação destes insetos que, por sua vez, passam a migrar para os pomares em busca de sítios de oviposição (Orth *et al.*, 1986; Ribeiro *et al.*, 1995; Nora *et al.*, 2000; Sugayama & Malavasi, 2000). Nesta região, nas matas, uma grande diversidade de hospedeiros pode ser encontrada, especialmente da família Myrtaceae (Salles, 1995; Kovaleski *et al.*, 1999; Nora *et al.*, 2000). A frutificação destas plantas é determinante no tamanho das populações de mosca-das-frutas que irão colonizar os pomares de macieiras (Kovaleski, 1997; Kovaleski *et al.*, 1999; Nora *et al.*, 2000; Nora & Hickel, 2006), pois contribuem para que a reprodução ocorra praticamente o ano todo (Malavasi & Morgante, 1981; Nora *et al.*, 2000).

A ocorrência sazonal de mosca-das-frutas é influenciada pela fenologia dos hospedeiros (Aguiar-Menezes & Menezes, 1996) e esta pode variar de ano para ano (Kovaleski, 1997), o que, no presente estudo, pode ter contribuído para a variação na densidade de captura entre as safras.

Na Estação Experimental de Caçador há uma área de 1.103,4 ha de mata, sendo que próximo ao pomar de estudo, esta ocupa aproximadamente 20 ha. Os principais hospedeiros de mosca-das-frutas presentes nesta área são: a cerejeira-do-rio-grande (*Eugenia involucrata*); a pitangueira (*Eugenia uniflora*); a guabirobeira (*Campomanesia xanthocarpa*); a goiabeira-serrana (*Acca sellowiana*); a capoteira ou sete-capotes (*Campomanesia guazumifolia*); o araçazeiro (*Psidium* spp.); a uvaieira (*Eugenia pyriformis*); o guabijeiro (*Myrcianthes pungens*) (Myrtaceae); o ingazeiro (*Inga* spp.) (Fabaceae) e o araticunzeiro (*Annona cacans*) (Anonaceae), cujos períodos de frutificação antecedem ou coincidem com os da macieira (Figura 10).

Os hospedeiros de mosca-das-frutas podem ser classificados em dois grupos: os multiplicadores, que permitem o desenvolvimento de grandes quantidades de insetos e os alternativos, que são infestados ocasionalmente, gerando poucos indivíduos para a população (Salles, 1995). Segundo Kovaleski (1997), na região produtora de maçãs de Vacaria (RS), a cerejeira-do-rio-grande, a goiabeira-serrana e a guabirobeira são considerados hospedeiros multiplicadores, enquanto que o araçazeiro e a uvaieira são alternativos. Em Caçador (SC), além dos três citados como multiplicadores para Vacaria (RS), inclui-se também o araçazeiro, sendo os demais referidos na Figura 10, considerados alternativos.

A cerejeira-do-rio-grande é o primeiro hospedeiro multiplicador a frutificar e assim, gerar moscas que se dispersarão para os pomares de macieira (Figura

10). De acordo com Nora *et al.* (2000), a frutificação da cerejeira-do-rio-grande, em novembro, é um indicativo do início da ocorrência da mosca-das-frutas em macieiras do Alto Vale do Rio do Peixe, região fisiográfica de Caçador (SC).

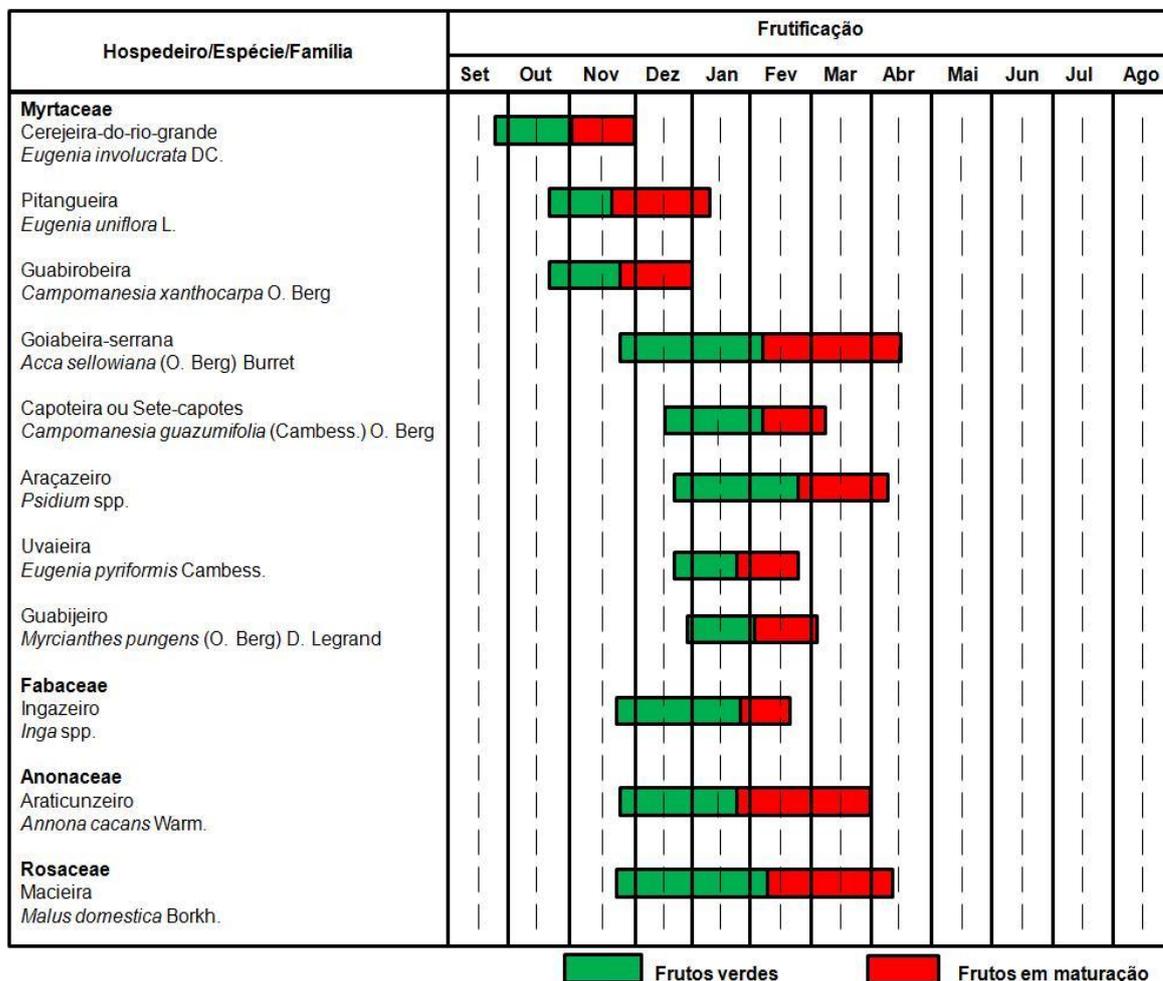


FIGURA 10. Fenologia de frutificação da macieira e dos principais hospedeiros de *Anastrepha fraterculus* localizados nas áreas de mata, na Estação Experimental da Epagri de Caçador (SC). Adaptado de Nora *et al.* (2000).

A multiplicação de moscas em frutos de cerejeira-do-rio-grande e de guabirobeira, em Caçador (SC), no final da primavera e início do verão é de extrema importância, embora as maçãs ainda estejam verdes. Segundo Sugayama (1995), mesmo verdes, os frutos de macieira são atacados, apesar de não possibilitarem o desenvolvimento larval de *A. fraterculus*.

No período de maturação fisiológica das maçãs (início de fevereiro a meados de abril), verifica-se que há sobreposição com a frutificação de vários hospedeiros (Figura 10). Desta maneira, durante todo o período em que há frutos maduros em goiabeira-serrana, capoteira, araçazeiro, uvaieira, guabijeiro, ingazeiro e araticunzeiro, há oferta de maçãs nos pomares. Além disso, a goiabeira-serrana, o araçazeiro e o araticunzeiro terminam de produzir frutos juntamente com as macieiras tardias (Figura 10).

Com base nos resultados observados, a presença de hospedeiros alternativos localizados nas matas do entorno, influencia na dinâmica populacional de *A. fraterculus* e, o desconhecimento sobre a fenologia destes, torna difícil a previsão da infestação e a época de ocorrência da praga em cada safra. Constatou-se que o pomar em estudo não se caracterizou como hospedeiro multiplicador de mosca-das-frutas, pois no período de entressafra não se registrou captura nas armadilhas. Pelo fato das mosca-das-frutas ocasionarem injúrias em frutos ainda verdes e pela incidência destas ser elevada no período de maturação das cultivares precoces, em janeiro e fevereiro, o monitoramento de adultos deve iniciar logo após a floração e mantido até a colheita de todos os frutos do pomar, viabilizando a tomada de decisão de controle.

4.2 Danos de *Anastrepha fraterculus* em função do período de desenvolvimento dos frutos e do manejo do ensacamento

4.2.1. Safra 2009/2010

Avaliando-se conjuntamente todos os genótipos, verificou-se alta correlação entre o número médio de moscas/armadilha e o de frutos com injúrias ($r = 0,935$; $p < 0,0001$).

Durante o período de floração até o início do desenvolvimento dos frutos (FI + Fv), nenhum indivíduo de *A. fraterculus* foi capturado (Figura 11). Entretanto, frutos verdes, com aproximadamente 20 mm de diâmetro, de todos os genótipos, apresentaram injúrias decorrentes do ataque de mosca-das-frutas, sendo a cv. Catarina e a seleção M-11/00 as mais danificadas (Tabela 5).

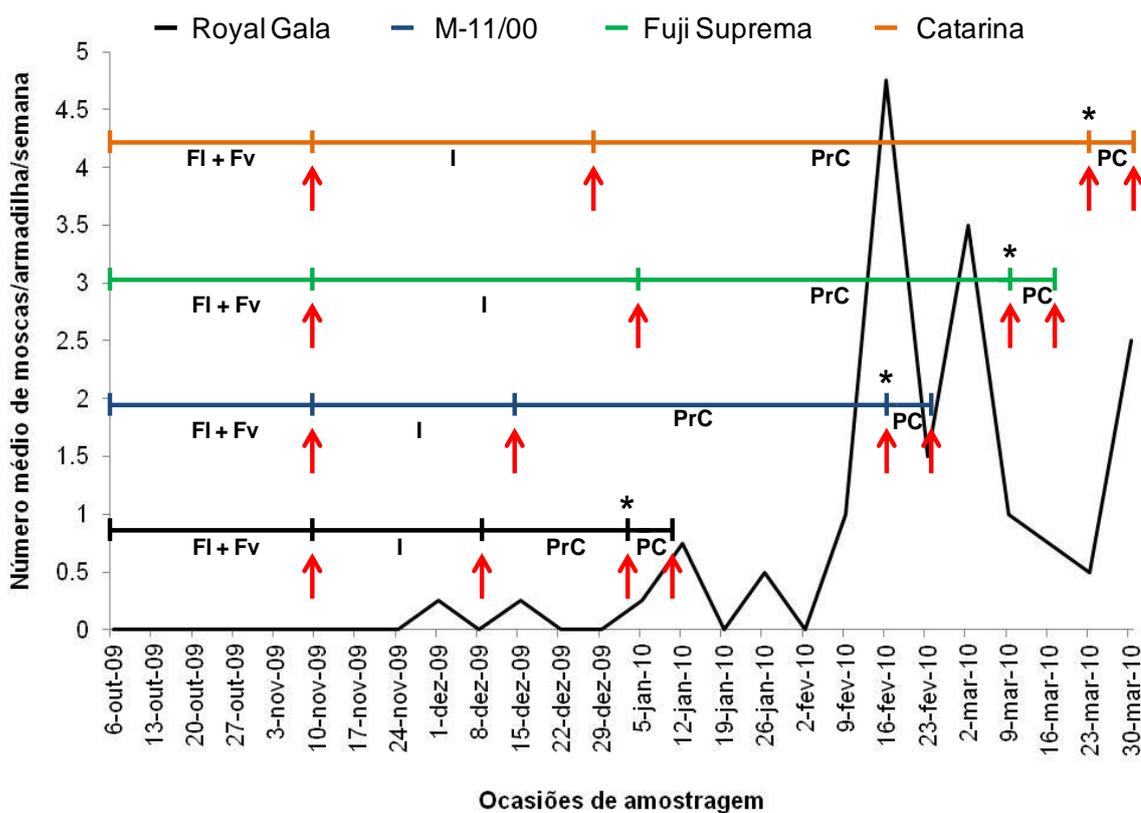


FIGURA 11. Variação populacional de adultos de *Anastrepha fraterculus* relacionada à fenologia de frutificação de quatro genótipos de macieira. Períodos de avaliação: FI + Fv = floração até frutos verdes; I = frutos verdes até a metade do ciclo de desenvolvimento de cada genótipo; PrC = da metade do ciclo até a colheita comercial e PC = da colheita comercial até sete dias após esta. Caçador, SC (outubro/2009 a março/2010). As setas vermelhas indicam a data de coleta de frutos nos períodos acima relacionados e os asteriscos a data da colheita comercial.

O fato dos frutos verdes já estarem danificados evidencia a presença de moscas no pomar, possivelmente oriundas de plantas nativas frutificadas presentes em áreas adjacentes. Estes indivíduos que migraram provavelmente já

estavam, conforme Taufer *et al.* (2000), supridos de alimento proteico, copulados e prontos para ovipositar. Moscas nestas condições são menos atraídas por iscas proteicas (Reyes, 2011), o que justifica a ausência destas, neste período, nas armadilhas. Fato relatado por Chiaradia *et al.* (2004) em pomares de citros no oeste de Santa Catarina, os quais observaram que indivíduos de *Anastrepha* spp. foram mais atraídos pelas frutas cítricas do que pelo atrativo das armadilhas.

O aumento da população de *A. fraterculus* registrado em janeiro e fevereiro (Figura 11) se deve ao desenvolvimento dos imaturos nas maçãs em maturação e em frutos dos hospedeiros alternativos. Os adultos dessa geração, possivelmente em busca de recursos alimentares, começaram a ser capturados nas armadilhas. Ao emergirem, as moscas-das-frutas necessitam se alimentar, uma vez que no período de pré-oviposição, os adultos buscam proteínas e açúcares para alcançar a maturidade sexual (Aluja *et al.*, 2001). Desta maneira, os insetos são atraídos para iscas alimentares utilizadas para o monitoramento, dentre as quais o suco de uva a 25% (Kovaleski *et al.*, 1995b; Salles, 1995; Nora & Sugiura, 2001; Kovaleski, 2004), a proteína hidrolisada (Kovaleski & Ribeiro, 2002; Santos *et al.*, 2011) e a levedura *Torula*[®] (Santos *et al.*, 2011). A liberação de voláteis por frutos em maturação é outro fator que pode ter influenciado a captura de moscas nas armadilhas. Fato observado por Hickel & Ducroquet (2004), que comentam que o aroma liberado pelos frutos de goiabeira-serrana em maturação foi importante para atrair e manter as moscas no interior do pomar, pois neste período o número médio registrado foi de 5 moscas/armadilha/dia, caindo para quase zero após a colheita.

TABELA 5. Média (\pm EP) de frutos danificados por mosca-das-frutas, em cada período de avaliação, submetidos aos tratamentos: não ensacados (NE), ensacados (E) e desensacados sete dias antes da coleta de cada período de avaliação (D7dac), em quatro genótipos de macieira. Caçador, SC (safra 2009/2010).

Genótipos	Períodos de avaliação											
	Frutos verdes ¹			Intermediário ²			Pré-colheita ³			Pós-colheita ⁴		
	NE	NE	E	D7dac	NE	E	D7dac	NE	E	D7dac		
Royal Gala	0,1 \pm 0,01 B*	1,2 \pm 0,47 Aa*	0,0 \pm 0,0 Ab	0,2 \pm 0,20 Ab	0,5 \pm 0,22 Cb	0,2 \pm 0,13 Ab	1,4 \pm 0,31 Aa	3,1 \pm 0,41 Ca	0,4 \pm 0,16 Ac	1,5 \pm 0,37 Ab		
M-11/00	0,9 \pm 0,03 A	0,8 \pm 0,42 Aa	0,0 \pm 0,0 Ab	0,0 \pm 0,0 Ab	4,4 \pm 0,58 Ba	0,0 \pm 0,0 Ac	1,3 \pm 0,54 Ab	5,3 \pm 0,87 Ba	0,0 \pm 0,0 Bc	1,3 \pm 0,26 Ab		
Fuji Suprema	0,1 \pm 0,01 B	0,3 \pm 0,21 Aa	0,1 \pm 0,1 Aa	0,3 \pm 0,15 Aa	5,6 \pm 0,85 Ba	0,0 \pm 0,0 Ab	0,9 \pm 0,50 Ab	5,6 \pm 0,79 Ba	0,0 \pm 0,0 Bc	1,2 \pm 0,36 Ab		
Catarina	1,3 \pm 0,03 A	0,7 \pm 0,26 Aa	0,1 \pm 0,1 Aa	0,5 \pm 0,31 Aa	7,6 \pm 0,34 Aa	0,0 \pm 0,0 Ac	0,4 \pm 0,16 Ab	8,2 \pm 0,25 Aa	0,0 \pm 0,0 Bc	1,4 \pm 0,27 Ab		

Apresentação de dados originais. Dados transformados em raiz quadrada de $(x + 0,5)$. *Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, dentro de cada período de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Duncan ($\alpha = 0,05$). Frutos coletados: ¹30 dias após a plena floração; ²na metade do ciclo de desenvolvimento de cada genótipo; ³na colheita comercial de cada genótipo e ⁴sete dias após a colheita comercial.

Dentre os frutos não ensacados, não se verificou diferença no número de maçãs danificadas entre os genótipos no período intermediário. Na cv. Catarina (tardia), nos períodos de pré-colheita e pós-colheita, o número médio de frutos danificados foi maior (Tabela 5). Em contrapartida, a cv. Royal Gala, por ser a mais precoce, escapou dos períodos em que a população de mosca-das-frutas estava elevada (Figura 11) e apresentou menor percentagem de frutos não ensacados danificados na pré e pós-colheita, em relação aos demais genótipos (Tabela 5). Resultados semelhantes ao presente estudo foram obtidos por Gonçalves *et al.* (2005) com ameixeiras, no Alto Vale do Itajaí (SC). Os autores verificaram que as cultivares de frutificação tardia, com colheita até janeiro, apresentaram danos superiores de mosca-das-frutas (Januária - 100%, Centenária - 98,3%, Rosa Mineira - 87,8% e Pluma 7 - 82,8%), em relação à cultivar precoce Irati (40%). Hickel & Ducroquet (1993), no Alto Vale do Rio do Peixe (SC) observaram, em pessegueiro, menos danos de mosca-das-frutas na cultivar precoce Premier, em comparação as de ciclo médio, 'Coral' e tardio, 'Chiripá'. Contudo, os autores não constataram diferença entre as ameixeiras de ciclo precoce 'Wade', médio, 'Santa Rosa' e tardio, 'Harry Pickstone', o que segundo estes, foi atribuído a pequena diferença, em dias, entre os ciclos das cultivares e por estas apresentarem frutificação mais tardia que os pessegueiros.

Com relação às injúrias em frutos desensacados sete dias antes da coleta de cada período (D7dac), não se observou diferença entre as cultivares, para todos os períodos avaliados (Tabela 5). Entretanto, frutos deste tratamento foram injuriados, sendo portanto, uma semana, tempo suficiente para que as moscas façam danos. A utilização de embalagens de polipropileno microperfurado transparente e de TNT branco para o ensacamento de maçãs é recomendada por estas possibilitarem a entrada de raios solares (Santos & Wamser, 2005). No

entanto, muitos produtores apresentam o hábito de desensacar os frutos sete a 15 dias antes da colheita, para que os mesmos adquiram cor. Assim, a retirada dos sacos antes da colheita das maçãs só seria válida se as embalagens utilizadas no ensacamento fossem de coloração escura, o que conforme Santos *et al.* (2007) e Teixeira *et al.* (2011a,b), impede a passagem dos raios solares e conseqüentemente diminui a coloração dos frutos.

Nos frutos que permaneceram ensacados durante toda a frutificação, registrou-se danos em 'Royal Gala', nos períodos de pré e pós-colheita e nos de 'Fuji Suprema' e 'Catarina' coletados no período intermediário (Tabelas 5 e 6). Malgarim & Mendes (2007) também constataram que o ensacamento não garantiu controle absoluto, pois frutos de goiabeira ensacados com papel branco encerado, pardo e TNT apresentaram 49, 35 e 30% de danos de mosca-das-frutas, respectivamente, em relação aos não ensacados, os quais 100% estavam injuriados. Por outro lado, Telles *et al.* (2004) não verificaram danos de mosca-das-frutas em pêssegos da cv. Coral, ensacados com diferentes tipos de embalagens de papel. Os resultados de Santos & Wamser (2006) corroboram os do presente estudo, no qual verificaram que a retirada de sacos de papel manteiga, no dia da colheita, resultou em menor percentagem de frutos danificados por *A. fraterculus* (2% em 'Royal Gala' e 4% em 'Fuji Suprema'), em comparação aos não ensacados (20% em 'Royal Gala' e 60% em 'Fuji Suprema').

Os frutos não ensacados de M-11/00, 'Fuji Suprema' e 'Catarina' apresentaram danos superiores na pré e pós-colheita, enquanto que, em 'Royal Gala' os da pós-colheita foram os mais danificados (Tabela 6). Nos frutos desensacados sete dias antes da coleta de cada período (D7dac), em 'Royal Gala', M-11/00 e 'Catarina' os da pós-colheita foram mais injuriados que os do período intermediário, já em 'Fuji Suprema' não houve diferença entre os períodos

(Tabela 6). Para os frutos ensacados, os de 'Royal Gala' coletados na pós-colheita apresentaram mais danos que os do período intermediário. Nos demais genótipos, não se verificou diferença entre os períodos (Tabela 6).

TABELA 6. Média (\pm EP) de frutos danificados por mosca-das-frutas, em cada tratamento, em três períodos de avaliação, em quatro genótipos de macieira. Caçador, SC (safra 2009/2010).

Genótipos	Períodos de avaliação		
	Intermediário ¹	Pré-colheita ²	Pós-colheita ³
Não ensacados			
Royal Gala	1,2 \pm 0,47 b*	0,5 \pm 0,22 b	3,1 \pm 0,41 a
M-11/00	0,8 \pm 0,42 b	4,4 \pm 0,58 a	5,3 \pm 0,87 a
Fuji Suprema	0,3 \pm 0,21 b	5,6 \pm 0,85 a	5,6 \pm 0,79 a
Catarina	0,7 \pm 0,26 b	7,6 \pm 0,34 a	8,2 \pm 0,25 a
desensacados 7 dias antes da coleta			
Royal Gala	0,2 \pm 0,20 b	1,4 \pm 0,31 a	1,5 \pm 0,37 a
M-11/00	0,0 \pm 0,00 b	1,3 \pm 0,54 a	1,3 \pm 0,26 a
Fuji Suprema	0,3 \pm 0,15 a	0,9 \pm 0,50 a	1,2 \pm 0,36 a
Catarina	0,5 \pm 0,31 b	0,4 \pm 0,16 b	1,4 \pm 0,27 a
ensacados			
Royal Gala	0,0 \pm 0,0 b	0,2 \pm 0,13 ab	0,4 \pm 0,16 a
M-11/00	0,0 \pm 0,0 a	0,0 \pm 0,0 a	0,0 \pm 0,0 a
Fuji Suprema	0,1 \pm 0,1 a	0,0 \pm 0,0 a	0,0 \pm 0,0 a
Catarina	0,1 \pm 0,1 a	0,0 \pm 0,0 a	0,0 \pm 0,0 a

Apresentação de dados originais. Dados transformados em raiz quadrada de $(x + 0,5)$. Médias seguidas de mesma letra na linha, dentro de cada genótipo e tratamento, não diferem entre si pelo teste de Duncan ($\alpha = 0,05$). Frutos coletados: ¹na metade do ciclo de desenvolvimento de cada genótipo; ²na colheita comercial de cada genótipo e ³sete dias após a colheita comercial.

4.2.2. Safra 2010/2011

Na safra 2010/2011, também se verificou alta correlação entre o número médio de moscas/armadilha e o de frutos com injúrias ($r = 0,70$; $p = 0,003$).

Da mesma maneira que na safra anterior, apesar do início da captura de adultos de *A. fraterculus* ter ocorrido durante o período intermediário (Figura 12), observou-se danos em frutos verdes. Somente os de 'Fuji Suprema' e 'Catarina'

apresentaram injúrias, entretanto, não houve diferença significativa entre os genótipos (Tabela 7).

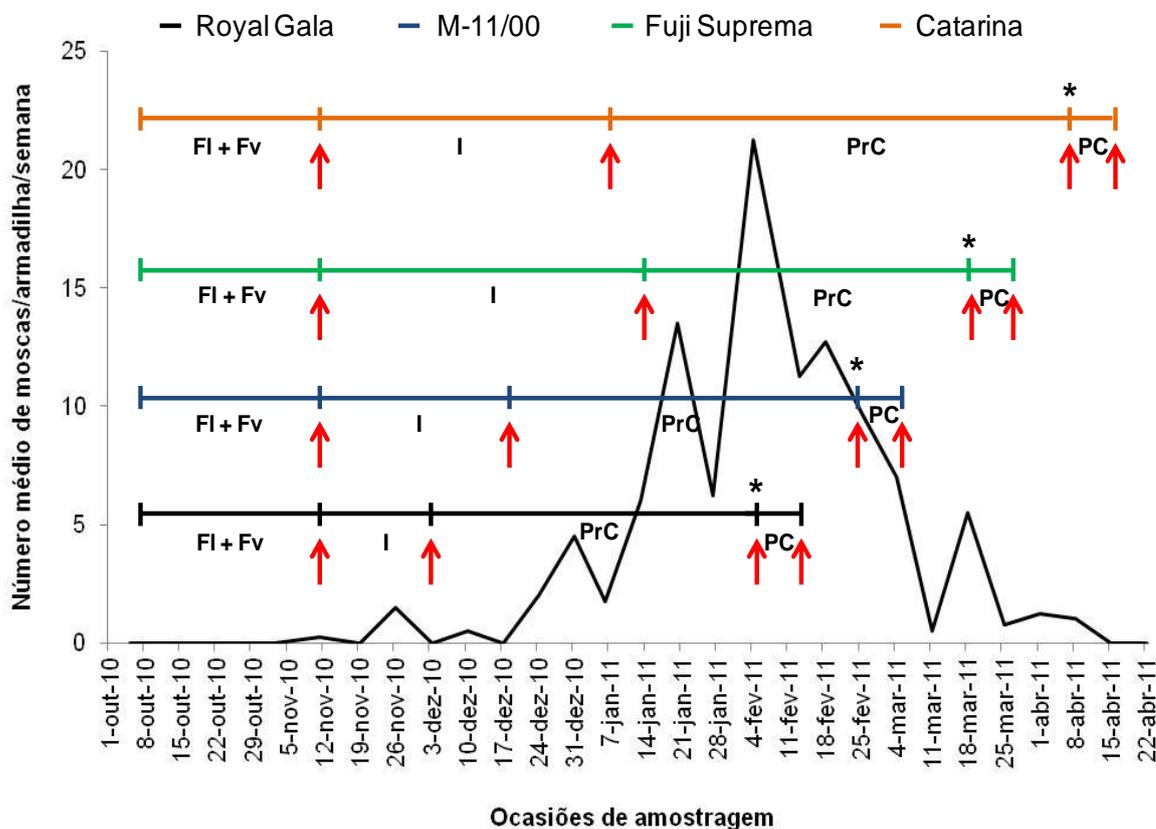


FIGURA 12. Variação populacional de adultos de *Anastrepha fraterculus* relacionada à fenologia de frutificação de quatro genótipos de macieira. Períodos de avaliação: FI + Fv = floração até frutos verdes; I = frutos verdes até a metade do ciclo de desenvolvimento de cada genótipo; PrC = da metade do ciclo até a colheita comercial e PC = da colheita comercial até sete dias após esta. Caçador, SC (outubro/2010 a abril/2011). As setas vermelhas indicam à data de coleta de frutos nos períodos acima relacionados e os asteriscos a data da colheita comercial.

Em relação aos frutos não ensacados, apenas no período intermediário se verificou diferença entre os genótipos, sendo que em M-11/00 o número médio de frutos danificados foi maior (Tabela 7). Nos ensacados, verificou-se diferença entre os genótipos no período de pré-colheita, sendo que os da cv. Royal Gala foram mais danificados que os da cv. Catarina (Tabela 7).

TABELA 7. Média (\pm EP) de frutos danificados por mosca-das-frutas, em cada período de avaliação, submetidos aos tratamentos: não ensacados (NE) e ensacados (E), em quatro genótipos de macieira. Caçador, SC (safra 2010/2011).

Genótipos	Períodos de avaliação						
	Frutos verdes ¹	Intermediário ²		Pré-colheita ³		Pós-colheita ⁴	
	NE	NE	E	NE	E	NE	E
Royal Gala	0,0 \pm 0,00 A*	0,3 \pm 0,30 Ba	0,0 \pm 0,0 Aa	7,9 \pm 0,50 Aa	0,8 \pm 0,42 Ab	8,0 \pm 0,28 Aa	0,5 \pm 0,16 Ab
M-11/00	0,0 \pm 0,00 A	3,5 \pm 1,21 Aa	0,2 \pm 0,13 Ab	8,6 \pm 1,00 Aa	0,6 \pm 0,27 ABb	9,7 \pm 0,21 Aa	0,4 \pm 1,32 Ab
Fuji Suprema	0,3 \pm 0,21 A	1,2 \pm 0,79 Ba	0,0 \pm 0,0 Aa	7,5 \pm 1,01 Aa	0,2 \pm 0,13 ABb	7,8 \pm 1,01 Aa	0,1 \pm 0,1 Ab
Catarina	0,1 \pm 0,10 A	0,8 \pm 0,49 Ba	0,1 \pm 0,10 Aa	7,9 \pm 0,66 Aa	0,0 \pm 0,0 Bb	7,8 \pm 1,01 Aa	0,3 \pm 0,21 Ab

Apresentação de dados originais. Dados transformados em raiz quadrada de $(x + 0,5)$. *Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, dentro de cada período de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Duncan ($\alpha = 0,05$). Frutos coletados: ¹30 dias após a plena floração; ²na metade do ciclo de desenvolvimento de cada genótipo; ³na colheita comercial de cada genótipo e ⁴sete dias após a colheita comercial.

Corroborando os resultados da safra anterior, observou-se que frutos mantidos ensacados durante toda a frutificação, em geral, apresentaram menos danos que os não ensacados (Tabela 7). Fato também observado por Teixeira *et al.* (2011a), em pomar orgânico de macieira ‘Imperial Gala’, em São Joaquim (SC). Os autores registraram injúrias de mosca-das-frutas de até 4,92% em maçãs ensacadas com embalagens de TNT branco, enquanto que nas não ensacadas os danos variaram de 98 a 100%.

Frutos não ensacados apresentaram danos superiores e semelhantes nos períodos de pré e pós-colheita, em relação ao intermediário. Contudo, nos ensacados, as injúrias em todos os genótipos, foram semelhantes entre os períodos (Tabela 8).

TABELA 8. Média (\pm EP) de frutos danificados por mosca-das-frutas, em cada tratamento, em três períodos de avaliação, em quatro genótipos de macieira. Caçador, SC (safra 2010/2011).

Genótipos	Períodos de avaliação		
	Intermediário ¹	Pré-colheita ²	Pós-colheita ³
Não ensacados			
Royal Gala	0,3 \pm 0,30 b*	7,9 \pm 0,50 a	8,0 \pm 0,28 a
M-11/00	3,5 \pm 1,21 b	8,6 \pm 1,00 a	9,7 \pm 0,21 a
Fuji Suprema	1,2 \pm 0,79 b	7,5 \pm 1,01 a	7,8 \pm 1,01 a
Catarina	0,8 \pm 0,49 b	7,9 \pm 0,66 a	7,8 \pm 1,01 a
ensacados			
Royal Gala	0,0 \pm 0,0 a*	0,8 \pm 0,42 a	0,5 \pm 0,16 a
M-11/00	0,2 \pm 0,13 a	0,6 \pm 0,27 a	0,4 \pm 1,32 a
Fuji Suprema	0,0 \pm 0,0 a	0,2 \pm 0,13 a	0,1 \pm 0,10 a
Catarina	0,1 \pm 0,10 a	0,0 \pm 0,0 a	0,3 \pm 0,21 a

Apresentação de dados originais. Dados transformados em raiz quadrada de $(x + 0,5)$. *Médias seguidas de mesma letra na linha, dentro de cada genótipo e tratamento, não diferem entre si pelo teste de Duncan ($\alpha = 0,05$). Frutos coletados: ¹na metade do ciclo de desenvolvimento de cada genótipo; ²na colheita comercial de cada genótipo e ³sete dias após a colheita comercial.

Os resultados do presente estudo indicam que o ensacamento é uma importante prática para o controle de injúrias de mosca-das-frutas, pois nas duas

safras, proporcionou a redução destas em até 100%. Resultados semelhantes foram obtidos por Teixeira *et al.* (2011b), em maçãs 'Fuji Suprema' ensacadas com TNT branco. Os autores verificaram que o ensacamento reduziu em até 100% os danos de *A. fraterculus*, enquanto que nas não ensacadas os danos variaram de 81 a 100%. O mesmo foi observado por Grassi *et al.* (2011) em diferentes genótipos de nespereiras, cujas panículas foram ensacadas com papel jornal. Os autores verificaram que quando o ensacamento foi realizado nos estádios iniciais de desenvolvimento dos frutos, ocorreu uma redução na incidência de danos de mosca-das-frutas. Nascimento *et al.* (2011) verificaram que o ensacamento de frutos de abieiro, com TNT branco, reduziu os danos em até 83,3%, enquanto que os não ensacados apresentaram 98,3% de injúrias por *Anastrepha* sp.

4.3 Caracterização dos danos de *Anastrepha fraterculus* em frutos de diferentes genótipos de macieira nas safras 2009/2010 e 2010/2011

4.3.1 Safra 2009/2010

Frutos coletados nos estádios verde e intermediário apresentaram apenas puncturas. No período intermediário, a percentagem de frutos não ensacados com danos de mosca foi de 3, 7, 8 e 12% em 'Fuji Suprema', 'Catarina', M-11/00 e 'Royal Gala', respectivamente ($F = 1,084$; $gl = 3,0$; $p = 0,369$). Nos desensacados sete dias antes da coleta deste período, em M-11/00 não se observaram danos, nos demais genótipos os percentuais foram: 'Royal Gala' (2); 'Fuji Suprema' (3) e 'Catarina' (5), porém não houve diferença entre os genótipos ($F = 1,099$; $gl = 3,0$; $p = 0,363$).

A ausência de galerias e larvas nos frutos coletados nos estádios verde e intermediário, pode ser devido aos maiores valores de acidez registrados nesses estádios, em comparação aos obtidos na pré e pós-colheita (Tabela 9). Segundo Greany (1993), a alta acidez dos frutos prejudica a ação de micro-organismos simbiotes que auxiliam na conversão do substrato alimentar em formas utilizáveis pelas larvas de mosca-das-frutas, o que justificaria a dificuldade destas em se desenvolver em frutos verdes. De acordo com Calkins & Malavasi (1995), frutos imaturos são inadequados para o desenvolvimento larval de moscas do gênero *Anastrepha*, provavelmente pela presença de óleos letais na epiderme ou substâncias químicas que agem como inibidores alimentares. Sugayama (1995) também atribuiu ao alto grau de acidez registrado nos frutos verdes de maçãs 'Golden Delicious', o baixo percentual (< 1%) de desenvolvimento larval de *A. fraterculus*. Da mesma forma, Branco (1998) verificou que, por serem mais ácidos, frutos de 'Fuji 2' e 'Granny Smith' foram menos adequados para o desenvolvimento de *A. fraterculus* que os de 'Gala' e 'Condessa'. O mesmo foi constatado por Salles (1999b), o qual não registrou o desenvolvimento de larvas em frutos imaturos de ameixeira, todavia observou puncturas e galerias.

TABELA 9. Valores médios (\pm EP) da acidez titulável (%) de frutos coletados em diferentes períodos de desenvolvimento de quatro genótipos de macieira. Caçador, SC (safra 2009/2010 e 2010/2011).

Genótipos	Verde ¹	Intermediário ²	Pré-colheita ³	Pós-colheita ⁴
Safra 2009/2010				
Catarina	0,67 \pm 0,0002 Aa*	0,67 \pm 0,001 Aa*	0,40 \pm 0,008 Ab*	0,41 \pm 0,010 Ab*
Fuji Suprema	0,67 \pm 0,0003 Aa	0,56 \pm 0,005 Bb	0,35 \pm 0,007 Bc	0,33 \pm 0,006 Cc
M-11/00	0,67 \pm 0,0002 Aa	0,53 \pm 0,024 Bb	0,25 \pm 0,006 Cc	0,23 \pm 0,004 Dc
Royal Gala	0,67 \pm 0,0001 Aa	0,64 \pm 0,005 Aa	0,40 \pm 0,008 Ab	0,37 \pm 0,013 Bc
Safra 2010/2011				
Catarina	0,67 \pm 0,0 Aa*	0,55 \pm 0,009 Cb*	0,49 \pm 0,016 Ac*	0,44 \pm 0,004 Ad*
Fuji Suprema	0,67 \pm 0,0002 Aa	0,62 \pm 0,018 ABb	0,38 \pm 0,0 Cd	0,44 \pm 0,003 Ac
M-11/00	0,67 \pm 0,0004 Aa	0,58 \pm 0,025 BCb	0,43 \pm 0,007 Bc	0,39 \pm 0,0 Bc
Royal Gala	0,67 \pm 0,0006 Aa	0,67 \pm 0,0 Aa	0,43 \pm 0,006 Bb	0,38 \pm 0,008 Bc

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, dentro de cada safra, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$). Frutos coletados: ¹30 dias após a plena floração; ²na metade do ciclo de desenvolvimento de cada genótipo; ³na colheita comercial de cada genótipo e ⁴sete dias após a colheita comercial.

No presente estudo, verificou-se que frutos da pré-colheita (Figura 13) e pós-colheita (Figura 14) apresentavam galerias de mosca, corroborando os resultados de Orth *et al.* (1986), os quais constataram este mesmo dano em maçãs a partir do período de colheita. De acordo com Kovaleski *et al.* (2000), em maçãs o desenvolvimento larval completo só ocorre durante a maturação dos frutos.

Nos frutos desensacados sete dias antes da coleta (D7dac), observou-se a formação de pequenas galerias. Desta forma, constata-se que uma semana é tempo suficiente para que as moscas façam danos nos frutos, resultado que reforça a necessidade de manutenção das embalagens até o ponto de colheita.

A cv. Royal Gala apresentou menor percentagem de frutos não ensacados com punctura e punctura + galeria (Figura 13A). Enquanto que, nos desensacados (D7dac) não se registrou diferença entre os genótipos para danos de punctura. Porém a cv. Royal Gala foi a com maior percentual de frutos com punctura + galeria (Figura 13B).

No período de pós-colheita, frutos não ensacados de M-11/00 e 'Royal Gala' apresentaram percentuais de punctura semelhantes entre si e maiores que os demais genótipos. Enquanto que, na cv. Catarina registrou-se maior percentagem de frutos com punctura + galeria (Figura 14A). Cabe ressaltar que nesta safra, a cv. Royal Gala já havia sido colhida no período de maior ocorrência de moscas. Enquanto que, as cultivares Catarina e Fuji Suprema, por serem mais tardias, ficaram expostas ao ataque de moscas por um período mais longo, o que facilitou o desenvolvimento do inseto.

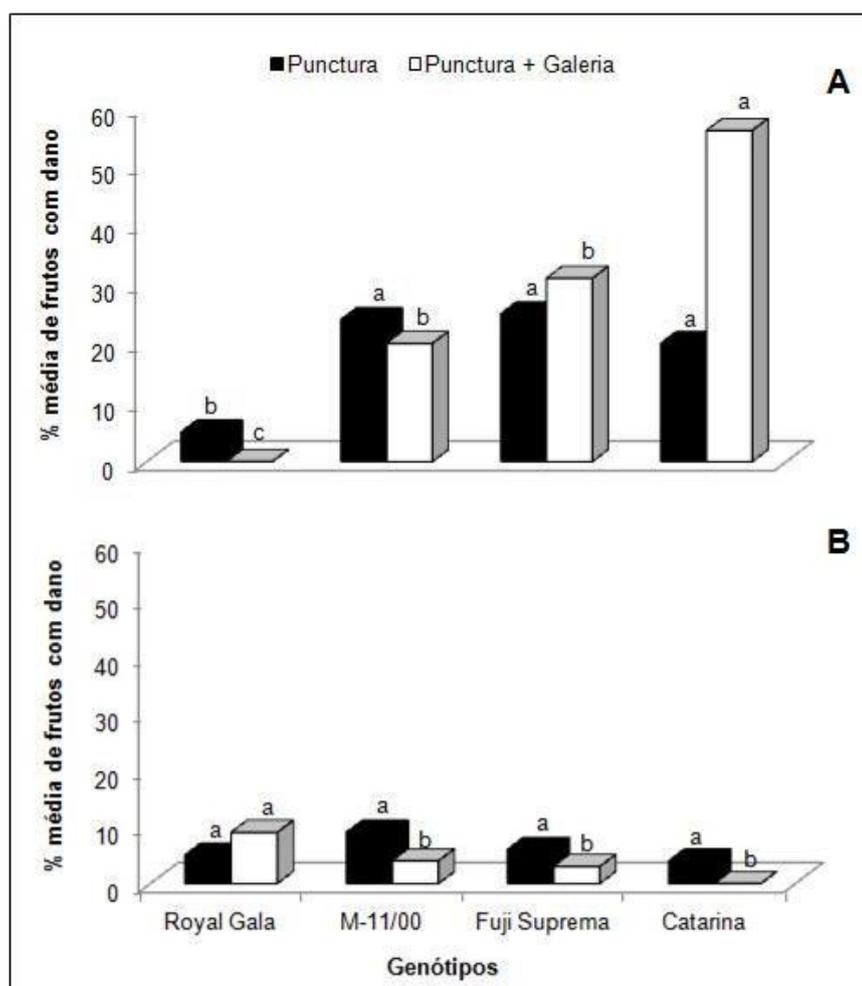


FIGURA 13. Percentagem média de frutos com danos de mosca-das-frutas, no período de pré-colheita (coletados na colheita comercial) em quatro genótipos de macieira. Frutos não ensacados (A) e desensacados sete dias antes da coleta do período (D7dac) (B). Caçador, SC (safra 2009/2010). Dados transformados em arco seno da raiz quadrada de $x/100$. Colunas de mesma cor, em cada tratamento, seguidas de letras diferentes, diferem entre si, pelo teste de Duncan ($\alpha = 0,05$).

Em relação aos frutos desensacados (D7dac), constatou-se maior percentagem de danos por punctura, em frutos de 'Catarina' e 'Fuji Suprema', diferindo apenas de 'Royal Gala'. Esta última cultivar apresentou maior percentagem de frutos com punctura + galeria em relação à 'Catarina' e 'Fuji Suprema' (Figura 14B).

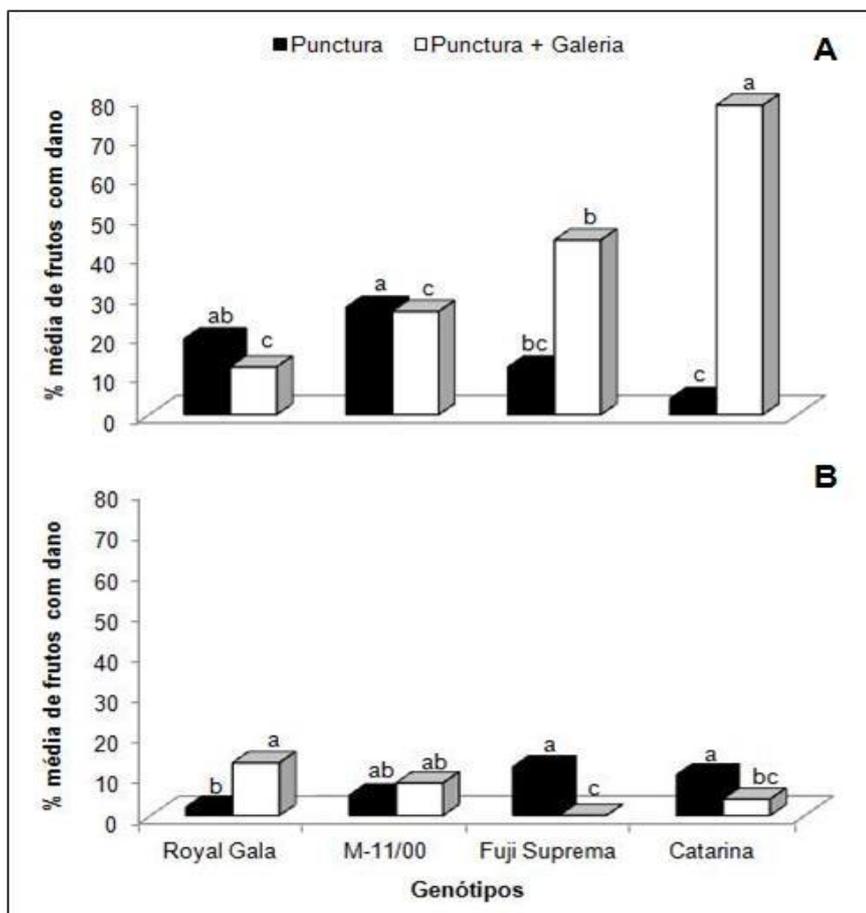


FIGURA 14. Percentagem média de frutos com danos de mosca-das-frutas, no período de pós-colheita (coletados sete dias após a colheita) em quatro genótipos de maçeira. Frutos não ensacados (A) e desensacados sete dias antes da coleta do período (D7dac) (B). Caçador, SC (safra 2009/2010). Dados transformados em arco seno da raiz quadrada de $x/100$. Colunas de mesma cor, em cada tratamento, seguidas de letras diferentes, diferem entre si, pelo teste de Duncan ($\alpha = 0,05$).

Nos frutos que permaneceram ensacados, registrou-se danos apenas em 'Royal Gala', nos da pré (2%) e pós-colheita (4%). Nas cultivares Fuji Suprema e Catarina, verificou-se 1% de frutos danificados no período intermediário. Os danos observados em frutos ensacados foram de deformação, e provavelmente se devem a oviposição de moscas antes da proteção. Este fato também foi observado com embalagens de TNT branco por Nascimento *et al.* (2011) em frutos de abieiro e por Teixeira *et al.* (2011ab) em maçãs 'Imperial Gala' e 'Fuji Suprema'.

4.3.2 Safra 2010/2011

Da mesma forma que na safra anterior, frutos coletados nos estádios verde e intermediário apresentaram apenas puncturas.

No período intermediário, frutos não ensacados de M-11/00 apresentaram maiores danos por punctura em relação aos demais genótipos (Figura 15A).

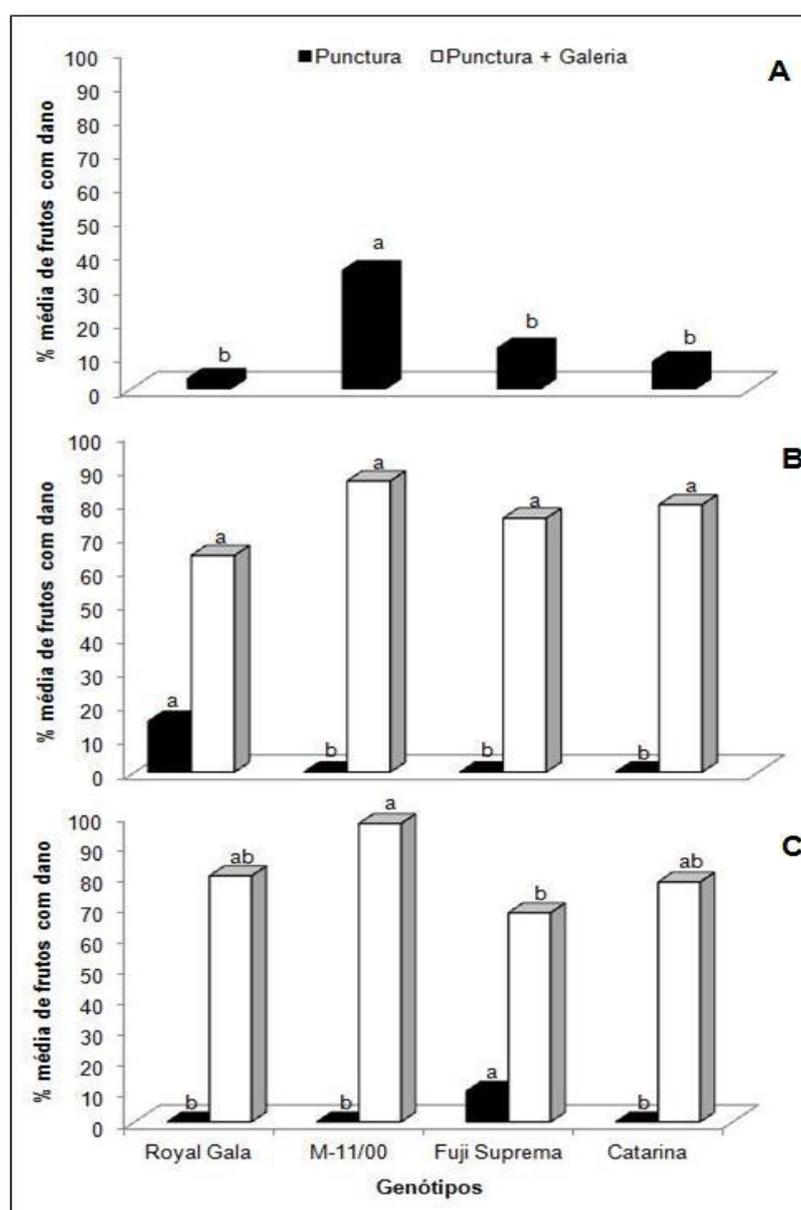


FIGURA 15. Percentagem média de frutos não ensacados com danos de mosca-das-frutas, nos períodos: intermediário (A); pré-colheita (coletados na colheita comercial) (B) e pós-colheita (coletados sete dias após a colheita) (C), em quatro genótipos de macieira. Caçador, SC (safra 2010/2011). Dados transformados em arco seno da raiz quadrada de $x/100$. Colunas de mesma cor, em cada tratamento, seguidas de letras diferentes, diferem entre si, pelo teste de Duncan ($\alpha = 0,05$).

De forma contrária a safra anterior, na pré-colheita, 'Royal Gala' foi a que apresentou maior percentagem de frutos não ensacados com punctura (Figura 15B). Na pós-colheita, o maior percentual de frutos com punctura foi registrado em 'Fuji Suprema' (Figura 15C).

Nesta safra, observou-se maior densidade populacional de moscas em relação a anterior, além disso, o pico populacional já havia sido registrado antes da colheita de todos os genótipos (vide item 4.1, Figura 8). Estes resultados indicam que quando a densidade populacional é alta, como a observada nesta safra, há pouca interferência das características físico-químicas dos frutos na seleção do hospedeiro. Desta maneira, a variação da densidade populacional e da época de ocorrência de moscas, entre as safras, podem ter sido os principais fatores responsáveis pelas diferenças nos percentuais de danos entre os genótipos.

Dentre os frutos que permaneceram ensacados, no período intermediário, registrou-se danos em 'Catarina' (1%) e M-11/00 (2%). Na pré-colheita, os percentuais foram de 2, 6 e 8% em 'Fuji Suprema', M-11/00 e 'Royal Gala', respectivamente. Na pós-colheita, os valores foram: 'Fuji Suprema' (1%), 'Catarina' (3%), M-11/00 (4%) e 'Royal Gala' (5%). Entretanto, em todos os períodos, não houve diferença significativa de danos entre os genótipos.

Larvas foram constatadas apenas na safra 2010/2011, em frutos de 'Royal Gala' e M-11/00, na pré e pós-colheita, nos quais também se registrou maior captura de adultos nas armadilhas (vide item 4.1, Figura 8) e menores valores de acidez (Tabela 9), o que pode ter favorecido o desenvolvimento larval. Magnabosco (1994) observou que a formação de galerias e a presença de larvas vivas de *A. fraterculus* em maçãs 'Gala' aumentaram à medida que os frutos se desenvolviam, atribuindo este fato aos maiores valores de pH e ao decréscimo da

acidez. Fagundes (1971) já havia apontado a acidez como determinante no desenvolvimento larval de *A. fraterculus*.

No presente estudo, o desenvolvimento completo de *A. fraterculus* foi registrado em 'Royal Gala' e M-11/00, com 0,56 e 1,1 larvas/fruto e viabilidade de 23,53% e 30,3%, respectivamente. Sugayama (1995) constatou em condições de semicampo, que a cv. Gala foi a mais adequada para o desenvolvimento larval de *A. fraterculus* em relação às cultivares Fuji e Golden Delicious.

Em todos os genótipos, a acidez titulável (AT) e a firmeza da polpa apresentaram correlação negativa com a percentagem de frutos danificados, sendo que para os demais atributos, esta foi positiva (Tabela 10).

TABELA 10. Coeficiente de correlação de Pearson (r) ou de Spearman (rs) e suas respectivas significâncias para os atributos físico-químicos dos frutos relacionados com a percentagem de danos por mosca-das-frutas, em quatro genótipos de macieira. Caçador, SC (safras 2009/2010 e 2010/2011).

Genótipos	Atributos físico-químicos dos frutos						
	AT ¹ (%)	SST ¹ (°Brix)	Firmeza da polpa ¹ (lb)	Massa ¹ (g)	Diâmetro ¹ (mm)	Índice de amido ²	Cor de fundo ²
Royal Gala	-0,61 (0,0002)*	0,55 (0,001)	-0,67 (<0,0001)	0,74 (<0,0001)	0,66 (<0,0001)	0,49 (0,004)	0,76 (<0,0001)
M-11/00	-0,61 (0,0002)	0,82 (<0,0001)	-0,42 (0,02)	0,62 (0,0001)	0,65 (<0,0001)	0,82 (<0,0001)	0,84 (<0,0001)
Fuji	-0,88 (<0,0001)	0,95 (<0,0001)	-0,37 (0,04)	0,75 (<0,0001)	0,71 (<0,0001)	0,43 (0,01)	0,91 (<0,0001)
Suprema	-0,92 (<0,0001)	0,96 (<0,0001)	-0,35 (0,04)	0,88 (<0,0001)	0,79 (<0,0001)	0,86 (<0,0001)	0,82 (<0,0001)

¹Coeficiente de correlação de Pearson (r); AT = acidez titulável e SST = sólidos solúveis totais.

²Coeficiente de correlação de Spearman (rs).

*Valores entre parênteses correspondem ao nível de significância.

Branco (1998) constatou em condições de campo, que quanto maior a firmeza dos frutos de 16 genótipos de macieira, menor foi o número de puncturas de *A. fraterculus*. De acordo com a autora, à medida que os frutos amadurecem, a firmeza da polpa diminui, permitindo um maior percentual de sobrevivência larval. Machado (1993) já havia constatado que o maior número de larvas de *A.*

fraterculus em frutos maduros estava associado à facilidade da fêmea em introduzir o ovipositor na epiderme dos frutos e pela consistência favorável ao desenvolvimento larval. Souza Filho (2006) também verificou correlação negativa entre a firmeza da polpa de frutos de nespereira, goiabeira e pessegueiro e a percentagem de emergência de *Anastrepha* spp. e *C. capitata*. O autor sugere que os fatores: tamanho; firmeza; cor e SST são os atributos que mais favorecem o ataque de mosca-das-frutas nestes hospedeiros.

O coeficiente de correlação é útil para verificar a associação entre as variáveis, porém não fornece informações sobre a influência dos fatores analisados. Em contrapartida, na análise de regressão ajusta-se um modelo aos dados para prever valores ou diferenças na variável dependente (Field, 2009). Através dos coeficientes de determinação (R^2) pode-se verificar o percentual de influência das variáveis independentes ou preditivas que explicam o aumento ou a diminuição da variável dependente (Ayres *et al.*, 2007), que no presente estudo é representada pela percentagem de danos.

Nos genótipos M-11/00, 'Fuji Suprema' e 'Catarina', a cor de fundo e o teor de SST foram os atributos que apresentaram maiores valores de R^2 , exercendo maior influência na percentagem de danos (Tabela 11), sendo, provavelmente, os principais parâmetros que explicam a susceptibilidade dos referidos genótipos ao ataque de *A. fraterculus*. Estes dados já eram esperados, tendo em vista que com o decorrer da maturação dos frutos de macieira, o ataque da mosca-das-frutas é mais intenso (Orth *et al.*, 1986; Magnabosco, 1994; Kovaleski *et al.*, 2000).

A cor de fundo dos frutos é usada como indicador da evolução da maturação (Argenta *et al.*, 2010), porém essa coloração pode influenciar o ataque de *A. fraterculus*. Conforme Branco *et al.* (1999), os genótipos de macieira mais atacados tinham cor de fundo amarela ('Duquesa' e 'Gala'), enquanto os de cor

de fundo verde ('Granny Smith') ou verde-amarelada ('Fuji', 'King Delicious', 'Senshu' e 'Melrose') foram menos atacados.

Os resultados apontam que o teor de SST é importante para o desenvolvimento larval de *A. fraterculus*. Segundo Sugayama *et al.* (1997) e Kovalski *et al.* (2000), o completo desenvolvimento de *A. fraterculus* em maçãs só ocorre em frutos maduros, com alta relação SST/AT. Magnabosco (1994) já havia constatado que o aumento no teor de SST em maçãs 'Gala' contribui para o desenvolvimento larval de *A. fraterculus*. O mesmo foi verificado por Lorscheiter *et al.* (2012), em condições de campo e laboratório, em frutos de quivizeiros (*Actinidia spp.*) das cultivares MG06 e Bruno.

TABELA 11. Coeficiente de determinação (R^2) e suas respectivas significâncias para os atributos físico-químicos dos frutos relacionados com a percentagem de danos por mosca-das-frutas, em quatro genótipos de macieira. Caçador, SC (safras 2009/2010 e 2010/2011).

Genótipos	Atributos físico-químicos dos frutos						
	AT (%)	SST (°Brix)	Firmeza da polpa (lb)	Massa (g)	Diâmetro (mm)	Índice de amido	Cor de fundo
Royal Gala	0,35 (0,0004)*	0,28 (0,002)	0,43 (0,0001)	0,53 (<0,0001)	0,42 (0,0001)	0,37 (0,0003)	0,40 (0,0002)
M-11/00	0,36 (0,0004)	0,66 (<0,0001)	0,15 (0,02)	0,37 (0,0003)	0,40 (0,0002)	0,45 (<0,0001)	0,70 (<0,0001)
Fuji	0,77 (<0,0001)	0,89 (<0,0001)	0,11 (0,03)	0,54 (<0,0001)	0,49 (<0,0001)	0,38 (0,0002)	0,89 (<0,0001)
Suprema	0,84 (<0,0001)	0,92 (<0,0001)	0,09 (0,04)	0,76 (<0,0001)	0,61 (<0,0001)	0,58 (<0,0001)	0,93 (<0,0001)

Onde: AT = acidez titulável e SST = sólidos solúveis totais.

*Valores entre parênteses correspondem ao nível de significância.

Em 'Royal Gala', a cor de fundo e a massa dos frutos foram os atributos mais associados com a percentagem de danos (Tabela 10). Entretanto, os valores de R^2 indicam que a massa dos frutos é o atributo mais representativo nos percentuais registrados (Tabela 11). Em maçãs, geralmente, frutos maiores são mais pesados. Dos genótipos avaliados no presente estudo, 'Royal Gala' apresenta frutos de menor tamanho. Desta forma, uma hipótese seria de que

frutos maiores e mais pesados proporcionam maior quantidade de substrato para o desenvolvimento larval, conforme relatado por Malavasi & Barros (1988). Sugayama *et al.* (1997) em estudo a campo com maçãs, verificaram que fêmeas de *A. fraterculus* não distribuem aleatoriamente os ovos entre os frutos disponíveis em uma árvore. Os autores constataram que frutos menores (< 20 mm) e mais leves representaram 40% do total de frutos na planta, entretanto, estes receberam apenas 10% de puncturas.

A AT exerceu maior influencia na percentagem de danos nas cultivares do grupo 'Fuji' ('Catarina' e 'Fuji Suprema'), pois estas apresentaram valores de R^2 superiores em relação à seleção M-11/00 e a cv. Royal Gala (Tabela 11). Como a correlação do atributo acidez foi negativa (Tabela 10), este resultado indica que em 'Catarina' e 'Fuji Suprema', frutos com alto teor de acidez são menos atacados pela mosca-das-frutas. Estes resultados corroboram os de Branco (1998) que verificou em 12 genótipos de macieira maior ataque de *A. fraterculus* em frutos que apresentaram menor acidez.

4.4 Danos em frutos de M-11/00 e 'Catarina' submetidos a três diferentes condições de infestação por *Anastrepha fraterculus*, na safra 2011/2012

Em M-11/00, na primeira época de infestação houve maior número médio de indivíduos (larvas + pupários) em frutos submetidos a infestação natural, enquanto que, na segunda época, este número foi maior na infestação artificial (Tabela 12). Também constatou-se que nas três condições de infestação, o número médio de larvas e pupários foi maior em frutos infestados na segunda época (Tabela 12). Isto ocorreu, provavelmente, porque nesse período, os frutos já se encontravam maduros e mais adequados ao desenvolvimento larval da

mosca-das-frutas. Salles (1999b) também verificou que o número de puncturas e galerias de *A. fraterculus* aumentou com a maturação dos frutos de ameixeira. O mesmo foi constatado por Raga *et al.* (2006) em 11 genótipos de goiabeira.

TABELA 12. Número médio (\pm EP) de indivíduos (larvas + pupários) de *Anastrepha fraterculus* obtidos de maçãs da seleção M-11/00 e da cv. Catarina, submetidas a três diferentes condições de infestação, mantidos em areia por 30 dias (n = 20). Caçador, SC (safra 2011/2012).

Genótipos	Data da coleta dos frutos	Condições de infestação		
		Artificial	Controlada	Natural
M-11/00	16-01-2012	0,15 \pm 0,082 Bb*	0,10 \pm 0,069 Bb	1,6 \pm 0,134 Ba
	27-02-2012	8,75 \pm 0,481 Aa	4,25 \pm 0,383 Ab	4,9 \pm 0,270 Ab
Catarina	20-01-2012	0,20 \pm 0,092 Aa*	0,25 \pm 0,099 Aa	0,35 \pm 0,109 Aa
	30-03-2012	0,0 \pm 0,0 Aa	0,05 \pm 0,050 Aa	0,30 \pm 0,105 Aa

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha, dentro de cada genótipo, não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ($\alpha = 0,05$). Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna, dentro de cada genótipo, não diferem entre si pelo teste de Mann-Whitney ($\alpha = 0,05$).

Na cv. Catarina, o número médio de indivíduos (larvas + pupários) registrados não diferiu entre as condições e nem entre as épocas de infestação (Tabela 12).

A percentagem de frutos danificados foi maior nos que permaneceram sob infestação natural, em ambos os genótipos (Tabela 13). Sendo que, o genótipo M-11/00 foi mais danificado tanto na infestação controlada quanto na natural (Tabela 13).

TABELA 13. Percentagem de frutos danificados (puncturas e/ou galerias) por *Anastrepha fraterculus*, obtidos de maçãs da seleção M-11/00 e da cv. Catarina, infestadas respectivamente, em 13 e 17 de janeiro, submetidas a três diferentes condições de infestação, mantidos na planta até a colheita de cada genótipo (n = 30). Caçador, SC (safra 2011/2012).

Genótipos	Condições de infestação		
	Artificial	Controlada	Natural
M-11/00	20 Ac*	46,7 Ab	100 Aa
Catarina	20 Ab	10 Bb	86,7 Ba

*Valores seguidos de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Qui-quadrado ($\alpha = 0,05$).

Não se observou desenvolvimento completo de *A. fraterculus* em frutos de 'Catarina', e apenas em M-11/00 registrou-se a emergência de adultos. Isto pode ter ocorrido pela menor acidez e pela maior relação SST/AT registrados em frutos de M-11/00 (Tabela 14). Resultados semelhantes foram obtidos por Lorscheiter *et al.* (2012), que verificaram que frutos de quiveiro da cv. MG06 submetidos à infestação artificial foram inadequados ao desenvolvimento de *A. fraterculus*, resultado atribuído à elevada acidez e ao baixo teor de sólidos solúveis totais. Estes mesmos autores, registraram maior número de ovos em frutos que apresentaram baixa acidez titulável.

TABELA 14. Média (\pm EP) de tamanho, massa, sólidos solúveis totais (SST), acidez titulável (AT) e cor de fundo de maçãs da seleção M-11/00 e da cv. Catarina, nas datas em que foram realizadas as infestações com fêmeas de *Anastrepha fraterculus* (n = 30). Caçador, SC (safra 2011/2012).

Genótipos	Data das infestações	Tamanho (mm)	Massa (g)	Cor de fundo*	SST (°Brix)	AT (%)	Relação o SST/AT
M-11/00	13-01-2012	47,4 \pm 0,53	57,8 \pm 1,74	2,0 \pm 0,0	9,1 \pm 0,06	0,56 \pm 0,024	16,25
	24-02-2012	65,2 \pm 1,20	146,0 \pm 8,0	4,2 \pm 0,09	12,8 \pm 0,07	0,34 \pm 0,010	37,65
Catarina	17-01-2012	59,1 \pm 0,61	97,0 \pm 3,27	2,0 \pm 0,0	9,8 \pm 0,02	0,67 \pm 0,001	14,63
	27-03-2012	77,8 \pm 0,60	225,0 \pm 7,16	4,3 \pm 0,05	14,8 \pm 0,12	0,44 \pm 0,009	33,64

*Conforme escala de cores de 1 a 5, para cultivares e seleções dos grupos 'Gala' e 'Fuji'.

Outros fatores podem ter influenciado o desenvolvimento larval de *A. fraterculus* em 'Catarina', tais como a firmeza da polpa e reação de antibiose. Em geral, mesmo quando maduros frutos de 'Catarina' são mais firmes que os de M-11/00. De acordo com Branco (1998), com a maturação dos frutos, a firmeza diminui, permitindo maior sobrevivência das larvas, devido a menor dificuldade destas em migrar através da epiderme para dentro da polpa. Em Pindorama (SP), Raga *et al.* (1996a) verificaram que, de sete variedades de cafeeiro submetidas à infestação natural de mosca-das-frutas, em 'Robusta' registrou-se menor número

de pupários/fruto em relação às demais, fator atribuído ao mesocarpo pouco aquoso, o que limitou o desenvolvimento larval das moscas. Já em relação à antibiose, Lara (1991) comenta que neste tipo de reação, uma espécie expele substâncias que impedem ou inibem o desenvolvimento de indivíduos de outra espécie, exercendo um efeito adverso ou mesmo letal sobre a biologia do inseto. Desta maneira, em 'Catarina' pode ter ocorrido antibiose, pois os frutos desta cultivar podem conter alguma substância que tenha provocado efeito adverso às larvas e conseqüentemente, à biologia da mosca-das-frutas.

Registrou-se no primeiro período de infestação artificial, para M-11/00 e 'Catarina', respectivamente, 23% e 6% de mortalidade de moscas nas gaiolas. Na segunda época, estes percentuais se elevaram, sendo 58% em M-11/00 e 57% em 'Catarina'. A mortalidade constatada na segunda época em M-11/00 se deve, provavelmente, a elevada precipitação pluviométrica no período de 24 a 26 de fevereiro de 2012 (29,2 mm). Na cv Catarina esta foi atribuída à temperatura mínima, que nos dias 28 e 29 de março de 2012 foram de 3,0 e 2,0 °C, respectivamente. Em estudo semelhante, em Farroupilha (RS), Lorscheiter *et al.* (2012) submeteram frutos de quiveiros da cv. MG06 à infestação artificial de *A. fraterculus* e atribuíram a mortalidade de adultos a temperatura máxima (31,6 °C) e a precipitação pluviométrica (72,9 mm). Segundo Aluja (1994), a temperatura e a precipitação pluviométrica, são fatores que, em altos valores, podem influenciar negativamente na sobrevivência de moscas do gênero *Anastrepha*.

Na cv. Catarina não ocorreu desenvolvimento completo de *A. fraterculus*. Entretanto, trata-se de um genótipo susceptível, pois 86,7% dos frutos submetidos a infestação natural apresentaram danos (Tabela 13). Resultados semelhantes foram obtidos por Zart *et al.* (2011) em videiras 'Cabernet Sauvignon', 'Moscato Embrapa' e 'Isabel'. Os autores verificaram que apesar do desenvolvimento

completo de *A. fraterculus* ter ocorrido somente em 'Moscato Embrapa', nos estádios de pré-maturação e maturação plena dos cachos, todas as cultivares foram susceptíveis a mosca-das-frutas. Gonçalves *et al.* (2005) constataram que na cultivar de ameixeira Irati, os danos por *A. fraterculus* chegaram a 84,3%, apesar de nesta ter sido registrado o menor número de larvas/fruto em três safras consecutivas.

Com base nos resultados observados no presente estudo, verificou-se que, ambos os genótipos são susceptíveis ao ataque de *A. fraterculus*, porém a cv. 'Catarina' não se constitui como hospedeiro multiplicador, por não ter possibilitado o desenvolvimento completo do inseto.

4.5 Comportamento de *Anastrepha fraterculus* em frutos de macieira

O comportamento menos frequente foi o arraste (9,5%), sendo que este foi realizado somente em frutos de 'Royal Gala'. Este foi feito quando a fêmea já havia ovipositado várias vezes no mesmo fruto. De acordo com Sugayama & Malavasi (2000), o feromônio marcador de hospedeiro (*host marking pheromone*) tem a finalidade de sinalizar para fêmeas coespecíficas que aquele fruto já foi infestado.

Os comportamentos realizados com maior frequência foram a inspeção de frutos (100%) e a limpeza (95,2%). Após a inspeção houve punctura em 54,8% das ocasiões. Dados que corroboram os de Sugayama *et al.* (1997), os quais constataram que 51% das fêmeas de *A. fraterculus* que inspecionaram maçãs a campo, em Vacaria (RS), também realizaram punctura. Segundo Sugayama & Malavasi (2000), nesta etapa, a deposição de ovos não é obrigatória e, em alguns casos, a fêmea retira o acúleo efetivamente sem ovipositar. Entretanto, este comportamento já suficiente por causar injúria no fruto.

As fêmeas permaneceram maior tempo realizando inspeção em frutos de ‘Royal Gala’ e ‘Catarina’, enquanto que para punctura este foi maior apenas em ‘Royal Gala’. Esta última foi também a que recebeu maior número de inspeções (Tabela 15).

TABELA 15. Duração média (s) e número médio (\pm EP) de inspeção e punctura de fêmeas de *Anastrepha fraterculus* em frutos de quatro genótipos de macieira (n = 42).

Genótipos	Duração média (s)		Número médio	
	Inspeção	Punctura	Inspeção	Punctura
Royal Gala	150,75 \pm 33,296 A*	82,17 \pm 24,439 A*	4,93 \pm 0,928 A*	2,48 \pm 0,841 A*
Fuji Suprema	23,15 \pm 8,381 B	34,76 \pm 18,214 B	0,88 \pm 0,315 B	0,57 \pm 0,287 B
Catarina	90,74 \pm 23,533 A	32,49 \pm 11,531 B	2,21 \pm 0,562 B	1,35 \pm 0,521 AB
M-11/00	18,32 \pm 7,904 B	14,77 \pm 10,460 B	0,95 \pm 0,456 B	0,52 \pm 0,307 B

Apresentação de dados originais. *Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan ($\alpha = 0,05$).

O número de puncturas foi maior em frutos de ‘Royal Gala’ do que o observado em ‘Fuji Suprema’ e M-11/00 (Tabela 15). Em laboratório, Branco *et al.* (1996) observaram que *A. fraterculus* apresentou preferência por fazer puncturas em frutos da cv. Gala em relação às cultivares Royal Red Delicious (grupo ‘Delicious’) e Fuji. Em condições de semicampo, Branco *et al.* (1999) também verificaram maior número médio de puncturas em frutos de ‘Gala’ (2,3) que nos de ‘Fuji’ (0,2). Sugayama *et al.* (1997) também em semicampo constataram que frutos verdes (25 a 35 mm de diâmetro) das macieiras ‘Golden Delicious’, ‘Gala’ e ‘Fuji’ receberam em média, 3,0, 2,7 e 2,1 puncturas/fruto. Resultados semelhantes foram obtidos por Kovaleski (1997), que verificou que maçãs no estágio verde de ‘Gala’ e ‘Golden Delicious’ foram mais susceptíveis ao ataque de *A. fraterculus* em relação às de ‘Fuji’.

A cv. Royal Gala foi a primeira a ser escolhida para inspeção e punctura, respectivamente, em 45,24% e 47,83% das ocasiões, seguida por ‘Catarina’

(30,95% e 26,09%), 'Fuji Suprema' (14,29% e 17,39%) e M-11/00 (9,52% e 8,69%).

Apesar dos frutos de todos os genótipos estarem no mesmo estágio, verificou-se que a cv. Royal Gala foi à preferida e a primeira a ser escolhida para inspeção. Possivelmente, por ser o genótipo mais precoce, os frutos de 'Royal Gala' estariam produzindo e emitindo voláteis em estágio mais adiantado que os dos demais genótipos, porém não se realizou esta quantificação no presente estudo. Tefritídeos adultos podem detectar voláteis de frutos a vários metros de distância e utilizar estes estímulos olfativos para se orientar em direção à planta hospedeira (Robacker *et al.*, 1990; Aluja & Prokopy, 1992). A fêmea faz a avaliação da forma, tamanho, estrutura da superfície e percepção de substâncias químicas no local da oviposição, determinando a qualidade do hospedeiro (Malvasi & Barros, 1988). Além dos voláteis, vários fatores podem ter influenciado a preferência de *A. fraterculus*, tais como a quantidade de fenóis, alcaloides e glicosídeos liberados em quantidades diferentes por cada um dos genótipos avaliados. Segundo Magnabosco (1994) e Branco (1998), estas substâncias podem determinar a escolha da mosca-das-frutas para oviposição e, conseqüentemente, os níveis de infestação da praga. Na interação mosca-hospedeiro, outro fator importante é o estágio fenológico do fruto. Conforme Oliveira (2010), respostas eletroantenográficas de adultos de *A. fraterculus* foram mais elevadas em extratos de maçãs 'Fuji' maduras em relação aos de frutos verdes, sugerindo que os odores característicos dos maduros podem ser importantes na localização do hospedeiro. No presente estudo todos os frutos eram verdes, desta forma este não foi o fator responsável pela escolha.

Não se observou desenvolvimento de imaturos nos frutos que receberam punctura. Salles (1999b) também não registrou o desenvolvimento de larvas, em

frutos verdes (de 22 a 28 mm de diâmetro) das cultivares de ameixeira Amarelinha, Pluma 7, Reubennel, Santa Rosa e Wade, embora tenha constatado danos de punctura. Da mesma forma, Sugayama (1995) verificou puncturas em frutos verdes da macieira 'Golden Delicious' atacados por *A. fraterculus*, porém menos de 1% dos ovos desenvolveram-se até a fase de pupa, fator atribuído ao alto grau de acidez dos frutos. A macieira é considerada hospedeira inadequada para o desenvolvimento de *A. fraterculus*, segundo Sugayama *et al.* (1997), por apresentarem comportamento generalista, as fêmeas desta espécie realizam oviposição mesmo em substratos inadequados para o desenvolvimento larval.

Apesar do inseto não completar o seu desenvolvimento em maçãs no estágio verde, os danos causados nesta fase são irreversíveis, pois os frutos crescem deformados. Isto ocorre porque, no local da punctura, a epiderme fica marcada e com o desenvolvimento do fruto na região onde o ovipositor foi inserido, há o desenvolvimento de uma concavidade, resultando em frutos deformados (Orth *et al.*, 1986; Salles, 1995).

Os valores dos atributos físico-químicos dos frutos foram analisados para se verificar a relação com a preferência de *A. fraterculus* para inspeção e punctura. Porém, no presente estudo não se observou diferença entre os genótipos, para os valores médios de acidez titulável, sólidos solúveis totais (Tabela 16) e cor de fundo da epiderme. De acordo com a escala de cores (Argenta, 2004a,b), os valores de cor de fundo para todos os genótipos foi de aproximadamente 2, indicando que os frutos estavam totalmente imaturos, resultado correspondente ao estágio de frutos verdes ou 'J' (Argenta *et al.*, 1995; Argenta, 2004a,b). Desta maneira, tanto a cor de fundo dos frutos, quanto o teor de sólidos solúveis totais e acidez titulável parecem não ter influenciado na preferência de *A. fraterculus* para inspeção ou punctura.

TABELA 16. Média (\pm EP) de sólidos solúveis totais (SST), acidez titulável (AT), firmeza da polpa e índice de amido* de frutos verdes de quatro genótipos de macieira.

Genótipos	SST(°Brix) ¹	AT(%) ¹	Firmeza da polpa (lb) ¹	Índice de amido ²
Royal Gala	7,0 \pm 0,0003 A	0,673 \pm 0,005 A	22,92 \pm 0,345 C	2,1 \pm 0,277 B
Fuji Suprema	7,3 \pm 0,001 A	0,673 \pm 0,01 A	24,65 \pm 0,412 B	4,4 \pm 0,464 A
Catarina	7,0 ¹ \pm 0,001 A	0,674 \pm 0,01 A	27,08 \pm 0,446 A	3,6 \pm 0,330 A
M-11/00	7,0 \pm 0,0 A	0,673 \pm 0,005 A	24,79 \pm 0,403 B	2,1 \pm 0,372 B

¹Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ou de ²Kruskal-Wallis ($\alpha = 0,05$). *De acordo com escala de escores de 1 a 9 para cultivares e seleções dos grupos 'Gala' e 'Fuji'.

Em relação à firmeza da polpa, observou-se que frutos de 'Catarina' foram os mais firmes e os de 'Royal Gala', os menos. Já os valores do índice de amido indicaram que frutos de 'Catarina' e 'Fuji Suprema' estavam em maturação mais adiantada que os de 'Royal Gala' e M-11/00 (Tabela 16). Desta maneira, a firmeza e o grau de maturação dos frutos, provavelmente não determinaram a escolha de *A. fraterculus*, pois não se constatou diferença entre 'Royal Gala' e 'Catarina' para realização de punctura (Tabela 15).

Branco *et al.* (2000) comentaram que em frutos imaturos ou não hospedeiros, a aceitação da fêmea para oviposição, não depende apenas da quantidade de açúcares (sólidos solúveis) e ácidos, mas também de voláteis, fenóis, alcaloides e glicosídeos. Estas substâncias, entretanto, não foram avaliadas neste estudo e, podem ter influenciando a escolha das moscas por um genótipo em detrimento de outro.

5 CONCLUSÕES

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

- a ocorrência de *A. fraterculus* em pomar de macieira é de novembro a abril, com pico populacional em janeiro e fevereiro;
- o tamanho da população de *A. fraterculus* difere entre as safras;
- *Anastrepha fraterculus* não se desenvolve em frutos verdes de macieira;
- todos os genótipos de macieira, em qualquer estágio de frutificação, são danificados pela mosca-das-frutas;
- o ensacamento reduz o número de frutos danificados por mosca-das-frutas;
- a acidez titulável e a firmeza da polpa têm correlação negativa com a percentagem de frutos danificados por mosca-das-frutas, enquanto que os sólidos solúveis totais, a massa, o diâmetro, o índice de amido e a cor de fundo apresentam correlação positiva;
- *Anastrepha fraterculus* atinge a fase adulta em frutos de M-11/00 e não em 'Catarina';
- em condições de laboratório, fêmeas de *A. fraterculus* preferem puncturar frutos verdes das cultivares Royal Gala e Catarina.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento deste trabalho permite tecer algumas considerações em relação à ocorrência de mosca-das-frutas.

É difícil fazer um prognóstico da intensidade de infestação e da época de ocorrência, pois vários fatores interferem na dinâmica populacional da praga, tais como: a sucessão hospedeira, a presença de hospedeiros alternativos nas matas do entorno; a heterogeneidade entre cultivares com ciclos fenológicos distintos; a influência de fatores abióticos na frutificação tanto de hospedeiros alternativos, quanto da macieira; a presença/ausência de inimigos naturais e agentes causadores de doenças nas plantas. A interação de todos estes fatores torna difícil a previsão da infestação da mosca em cada safra.

O ensacamento de frutos é uma prática viável para o controle de injúrias de mosca-das-frutas em sistemas orgânicos e familiares de produção, o qual deve ser realizado no estágio inicial de desenvolvimento das maçãs e mantido até a colheita. A prática da retirada das embalagens antes desta, para que os frutos adquiram cor, implica em danos de mosca-das-frutas. Desta maneira, torna-se necessário a utilização de embalagens que possibilitem a entrada de raios solares.

No que se refere aos níveis de danos, estes parecem estar mais relacionados com a densidade populacional e conseqüentemente com a pressão da mosca no campo, do que com as características de cada genótipo. Portanto,

os atributos físico-químicos dos frutos não se constituem uma barreira efetiva ao ataque da mosca.

Dada a complexidade da interação mosca-hospedeiro, o manejo e o controle devem envolver um conjunto de práticas como o favorecimento de inimigos naturais nativos, a liberação de parasitoides exóticos, o emprego da técnica do macho estéril, o uso de inseticidas seletivos e de baixa toxicidade e o aprimoramento de iscas e armadilhas para o monitoramento e controle.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROFIT. **Sistema de agrotóxicos fitossanitários.** Disponível em: <<http://www.agrofit.com.br>>. Acesso em: 21 abr. 2013.

AGROSTAT. **Secretaria de Comércio Exterior, Ministério de Desenvolvimento Indústria e Comércio.** Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/sitio/interna/index.php?area=5>>. Acesso em: 21 abr. 2012.

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

ALBERTI, S.; GARCIA, F. R. M.; BOGUS, G. M. Moscas-das-frutas em pomares de pessegueiro e maracujazeiro, no município de Iraceminha, Santa Catarina, Brasil. **Ciência Rural**, Londrina, v. 39, n. 5, p. 1565-1568, 2009.

ALMEIDA, G. V. B. de; ALVES, A. A. Mercado de maçã: situação atual, ameaças, oportunidades e estratégias para o futuro. In: SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 7., 2006, São Joaquim. **Resumos...** São Joaquim: EPAGRI, 2006. p. 56-65.

ALUJA, M. Bionomics and management of *Anastrepha*. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 39, p. 155-178, 1994.

ALUJA, M. et al. Effects of age, diet, female density, and the host resource on egg load in *Anastrepha ludens* and *Anastrepha obliqua* (Diptera: Tephritidae). **Journal of Insect Physiology**, Oxford, v. 47, n. 9, p. 975-988, 2001.

ALUJA, M.; PROKOPY, R. J. Host search behaviour by *Rhagoletis pomonella* flies: inter-tree movement patterns in response to wind-borne fruit volatiles under field conditions. **Physiological Entomology**, Oxford, v. 17, n. 1, p. 1-8, 1992.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA. **Rede protetora.** Santa Cruz do Sul: Gazeta, 2008. p. 44-45.

ARAUJO, E. L. et al. Levantamento e flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em goiaba *Psidium guajava* L., no município de Russas (CE). **Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 1, p. 138-146, 2008.

ARGENTA, L. C. **Índice de cores para maçãs 'Gala'.** Florianópolis: Epagri, 2004a. 1 p.

ARGENTA, L.C. **Índice de cores para maçãs 'Fuji'**. Florianópolis: Epagri, 2004b. 1 p.

ARGENTA, L. C. et al. Padrões de maturação e índices de colheita de maçãs cvs. Gala, Golden Delicious e Fuji. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 10, p. 1258-1266, 1995.

ARGENTA, L. C.; VIEIRA, M. J.; SCOLARO, A. M. T. Validação de catálogos de cores como indicadores do estágio de maturação e do ponto de colheita de maçã. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 23, n. 3, p. 71-77, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE MAÇÃ. **Informações Estatísticas**. Disponível em: <<http://www.abpm.org.br/informações.htm>>. Acesso em: 23 abr. 2012.

AYRES, M. et al. **BioEstat**: aplicações estatísticas nas áreas das ciências-biomédicas. Versão 5.0. Belém: Sociedade Civil Mamirauá, MCT-CNPq, 2007. 324 p.

BANCO REGIONAL DE DESENVOLVIMENTO DO EXTREMO SUL. **Cadeia produtiva da maçã na região sul e seus arranjos produtivos locais**. Porto Alegre: BRDE, 2010. 29 p.

BANCO REGIONAL DE DESENVOLVIMENTO DO EXTREMO SUL. **Cadeia produtiva da maçã no Brasil**: limitações e potencialidades. Porto Alegre: BRDE, 2011. 44 p.

BENDER, R. J.; EBERT, A. **Determinação do ponto de colheita de cultivares de macieira**: teste iodo-amido. Florianópolis: Empasc, 1985. 6 p.

BIASI, L. A. et al. Qualidade de frutos de caqui 'Jiro' ensacados com diferentes embalagens. **Semina: ciências agrárias**, Londrina, v. 28, n. 2, p. 213-218, 2007.

BITTENCOURT, C. C.; MATTEI, L. F. Panorama da cadeia da maçã no estado de Santa Catarina: algumas evidências no segmento da produção. In: ENCONTRO DE ECONOMIA CATARINENSE, 2., 2008, Chapecó. **Anais...** Chapecó, 2008. p. 87-100.

BLEICHER, J. História da macieira. In: EPAGRI (Ed.). **A cultura da macieira**. Florianópolis: GMC/Epagri, 2006. cap. 1, p. 29-36.

BLEICHER, J. et al. **A mosca-das-frutas em macieira e pessegueiro**. Florianópolis: Empasc, 1982. 28 p. Boletim Técnico, 19.

BONETI, J. I. S. et al. Epagri 402 - Catarina - nova cultivar de macieira resistente à sarna. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 9, n. 2, p. 51-54, 1996.

BONETI, J. I. S. et al. Evolução da cultura da macieira. In: EPAGRI (Ed.). **A cultura da macieira**. Florianópolis: GMC/Epagri, 2006. cap. 2, p. 37-58.

BORGES, R. **Avaliação e seleção de novas formulações de iscas tóxicas para *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) em laboratório e em pomares de macieira.** 2011. 75 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2011.

BOTTON, M. et al. Novas alternativas para o monitoramento e controle de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) em fruteiras temperadas. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 6., 2003, Fraiburgo. **Anais...** Caçador: EPAGRI, 2003. p. 163-171.

BOTTON, M. et al. **Recomendações para o monitoramento da mosca-das-frutas sul americana e da mariposa oriental na produção integrada do pêssego.** Pelotas: UFPel, 2005. Circular Técnica, 1.

BRANCO, E. S. **Resistência de genótipos de macieira à mosca-das-frutas *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (Diptera: Tephritidae).** 1998. 119 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciências, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

BRANCO, E. S. et al. 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., 1996, Viña Del Mar. **Proceedings...** Viña Del Mar, 1996. p. 37.

BRANCO, E. S. et al. Preferência para oviposição da moscas-das-frutas *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (Diptera: Tephritidae) em genótipos de macieira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 21, n. 2, p. 216-221, 1999.

BRANCO, E. S, VENDRAMIM, J. D.; DENARDI, F. Resistência às moscas-das-frutas em fruteiras. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado.** Ribeirão Preto: Holos, 2000. cap. 21, p. 161-167.

CALKINS, C. O.; MALAVASI, A. Biology and control of fruit flies (*Anastrepha*) in tropical and temperate fruit. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 17, n. extra, p. 36-45, 1995.

CAMILO, A. P.; DENARDI, F. Cultivares: descrição e comportamento no sul do Brasil. In: EPAGRI (Ed.). **A cultura da macieira.** Florianópolis: GMC/Epagri, 2006. cap. 5, p. 113-168.

CANTERI, M. G. et al. SASM - Agri: sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott-Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, Ponta Grossa, v. 1, n. 2, p. 18-24, 2001.

CENTRO DE SOCIOECONOMIA E PLANEJAMENTO AGRÍCOLA. **Tabelas de produção: comparativo das safras 2010/2011 e 2011/2012.** Disponível em: <<http://cepa.epagri.sc.gov.br>>. Acesso em: 07 mai. 2012.

CENTRO DE SOCIOECÔNOMIA E PLANEJAMENTO AGRÍCOLA. **Síntese anual da agricultura de Santa Catarina 2011-2012**: maçã, produção e mercados mundiais. Disponível em: <<http://cepa.epagri.sc.gov.br/Publicacoes/Sintese2012/sintese%202012.pdf>>. Acesso em: 08 jul. 2013.

CHIARADIA, L. A.; MILANEZ, J. M. Bioecologia e manejo das moscas-das-frutas em pomares de laranjeiras. **Revista Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 16, n. 2, p. 51-55, 2003.

CHIARADIA, L. A.; MILANEZ, J. M.; DITTRICH, R. Flutuação populacional de mosca-das-frutas em pomares de citros no oeste de Santa Catarina, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 2, p. 337-343, 2004.

COELHO, L. R. et al. Avaliação de diferentes materiais no ensacamento de pêssegos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p. 822-826, 2008.

CORNELIUS, M. L.; DUAN J. J.; MESSING, R. H. Volatile host fruit odors as attractants for the oriental fruit fly (Diptera: Tephritidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 93, n. 1, p. 93-100, 2000.

CRUZ, M. R. et al. Análise da cadeia produtiva da maçã em Vacaria. **Scientia Plena**, Aracaju, v. 6, n. 7, p. 1-13, 2010.

DREW, R. A. I.; PROKOPY, R. J.; ROMIG, M. C. Attraction of fruit flies of the genus *Bactrocera* to colored mimics of host fruit. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 107, n. 1, p. 39-45, 2003.

FACHINELLO, J. C.; NACHTIGAL, J. C. Situação da fruticultura no Brasil. In: FACHINELLO, J. C.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E. **Fruticultura: fundamentos e práticas**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, [2009]. Disponível em: <http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/download/livro/fruticultura_fundamentos_pratica/1.1.htm>. Acesso em: 21 jun 2012.

FAGUNDES, A. C. Mêsca das frutas e a “cortiça” das maçãs. **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v. 7, p. 35-45, 1971.

FAO. **Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação**. Disponível em: <<http://www.fao.org.br>>. Acesso em: 10 abr. 2012.

FAORO, I. D. Técnica e custo para o ensacamento de frutos de pêra japonesa. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 339-340, 2003.

FAORO, I. D.; MONDARDO, M. Ensacamento de frutos de pereira cv. Housui. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 86-88, 2004.

FHEN, L. M. Influência dos fatores meteorológicos na flutuação e dinâmica de população de *Anastrepha* spp. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 4, p. 533-544, 1982.

FIELD, A. **Descobrimdo a estatística usando o SPSS**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 688p.

FIORAVANÇO, J. C. Maçã brasileira: da importação a auto-suficiência e exportação a tecnologia como fator determinante. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 39, n. 3, p. 56-67, 2009.

FIORAVANÇO, J. C. et al. **Cultura da macieira no Rio Grande do Sul**: análise situacional e descrição varietal. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2010. 60 p. Série Documentos, 71.

GARCIA, F. R. M.; CAMPOS, J. V.; CORSEUIL, E. Flutuação populacional de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera, Tephritidae) na região Oeste de Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 47, n. 3, p. 415-420, 2003.

GARCIA, F. R. M.; CORSEUIL, E. Influência de fatores climáticos sobre moscas-das-frutas (Diptera, Tephritidae) em pomares de pessegueiro em Porto Alegre, Rio Grande do Sul. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, Uruguaiana, v. 5/6, n. 1, p. 71-75, 1998/99.

GATELLI, T. et al. Moscas frugívoras associadas a mirtáceas e laranjeira "Céu" na região do Vale do Rio Caí, Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 1, p. 236-239, 2008.

GONÇALVES, P. A. S.; DEBARBA, J. F.; KESKE, C. Incidência da mosca-das-frutas, *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae), em cultivares de ameixa conduzidas sob sistema orgânico. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 4, n. 2, p. 101-108, 2005.

GOOGLE EARTH. Disponível em: <<http://www.earth.google.com>>. Acesso em: 04 mar. 2013.

GRASSI, A. M. et al. Qualidade de frutos de cultivares de nespereira em função do ensacamento em diferentes estádios de desenvolvimento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 2, p. 227-229, 2011.

GREANY, P. D. Host plant resistance to tephritids: an under exploited control strategy. In: ROBINSON, A. S.; HOOPER, G. (Ed.). **Fruit flies: their biology, natural enemies and control**. New York: Elsevier, 1989. p. 353-362. World Crop Pest 3A.

GREANY, P. D. Elucidating the biochemical bases for host plant selection and manipulating resistance to Tephritids. In: ALUJA, M.; LIEDO, P. **Fruit flies: biology and management**. New York: Springer-Verlag, 1993. p. 339-340.

HICKEL, E. R.; DUCROQUET, J. P. H. J. Flutuação populacional de espécies de *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) relacionada com a fenologia de frutificação de pêssego e ameixa em Santa Catarina. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 22, n. 3, p. 591-596, 1993.

HICKEL, E. R.; DUCROQUET, J. P. H. J. Ocorrência de mosca-das-frutas *Anastrepha fraterculus* (Wied.) em frutas de goiabeira-serrana. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 23, n. 2, p. 311-315, 1994.

IGLESIAS, I. et al. Innovación varietal em manzano. **Revista de Fruticultura**, Barcelona, n. 1, p. 13-25, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção agrícola municipal**: banco de dados agregados do IBGE, sistema IBGE de recuperação automática - SIDRA. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo2.asp?>>. Acesso em: 10 abr. 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric/default.asp>>. Acesso em: 08 jul. 2013.

IUCHI, V.L. Botânica e Fisiologia. In: EPAGRI (Ed.). **A cultura da macieira**. Florianópolis: GMC/Epagri, 2006. cap.3, p. 59-104.

JOACHIM-BRAVO, I. S.; GUIMARÃES, A. N.; MAGALHÃES, T. C. Influência de substâncias atrativas no comportamento alimentar e na preferência de oviposição de *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). **Sitientibus, Série Ciências Biológicas**, v. 1, n. 1, p. 60-65, 2001.

JORNAL DA FRUTA. **Produção nacional de maçãs terá queda em 2013**. Lages, n. 266, p. 8, 2013.

KATSOYANNOS, B. I.; KOULOSSIS, N. A. Captures of the olive fruit fly *Bactrocera oleae* on spheres of different colours. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 100, n. 2, p. 165-172, 2001.

KOGAN, M. Integrated pest management: historical perspectives and contemporary developments. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 43, p. 243-270, 1998.

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

KOVALESKI, A. Pragas. In: KOVALESKI, A. (Ed.). **Maçã: fitossanidade**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 85 p. Frutas do Brasil, 38.

KOVALESKI, A. et al. Ecologia de *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) associada à macieira no Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 18, n. 3, p. 274, 1995a. Suplemento.

KOVALESKI, A. et al. Determinação da influência de atrativos alimentares na captura de *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (Diptera: Tephritidae) em macieira no RS e SC. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 15., 1995, Caxambu. **Resumos...** Lavras: SEB, 1995b. p. 606.

KOVALESKI, A.; RIBEIRO, L. G. **Manejo de pragas na produção integrada de maçã.** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2002. 8 p. Circular Técnica, 34.

KOVALESKI, A.; RIBEIRO, L. G. Manejo de pragas na produção integrada de maçã. In: PROTAS, J. F. S.; SANHUEZA, R. M. V. **Produção integrada de frutas: o caso da maçã no Brasil.** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. p. 61-76.

KOVALESKI, A.; RIBEIRO, L. G. Características e controle das pragas na produção integrada de maçã. In: SANHUEZA, R. M. V.; PROTAS, J. F. S.; FREIRE, J. M. **Manejo da macieira no sistema de produção integrada de frutas.** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2006. p. 61-68.

KOVALESKI, A.; SUGAYAMA, R. L.; MALAVASI, A. Movement of *Anastrepha fraterculus* from native breeding sites into apple orchards in Southern Brazil. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 91, p. 457-463, 1999.

KOVALESKI, A.; SUGAYAMA, R. L.; MALAVASI, A. Controle químico em macieiras. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Mosca-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado.** Ribeirão Preto: Holos, 2000. cap. 17, p. 135-141.

KREUZ, C. L., SOUZA, A.; PETRI, J. L. Impacto da intensificação da densidade de plantio na rentabilidade em duas cultivares de macieira em Fraiburgo-SC. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 240-243, 2006.

KVITSCHAL, M. V. et al. **Avaliação de cultivares em Santa Catarina: avaliação de cultivares de maçã - 2013/2014.** Disponível em: <http://www.epagri.sc.gov.br/files/Avaliacao_de_cultivares_de_maca_2013-14.pdf>. Acesso em: 18 set. 2013.

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

LIMA, L. C. **Armazenamento de maçãs cv. 'Royal Gala' sob refrigeração e atmosfera controlada.** 1999. 96 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

LIPP, J. P.; SECCHI, V. A. Ensacamento de frutos: uma antiga prática ecológica para controle da mosca-das-frutas. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v. 3, n. 4, p. 53-58, 2002.

LOAIZA J. C. M.; CÉSPEDES, C. L. Compuestos volátiles de plantas: origen, emission efectos, análisis y aplicaciones al agro. **Revista Fitotecnia Mexicana**, Chapingo, v. 30, n. 4, p. 327-351, 2007.

LORENZATO, D.; MELZER, R. Combate à mosca-das-frutas do gênero *Anastrepha* em pomares de macieira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 7., Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SBF/EMPASC, 1983. p. 760-781.

LORSCHETER, R. et al. Caracterização de danos causados por *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) e desenvolvimento larval em frutos de duas cultivares de quiveiro (*Actinidia* spp.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 1, p. 67-76, 2012.

MACHADO, A. E. **Exigências térmicas de *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) e sua ocorrência em plantas frutíferas na localidade de Pelotas, RS.** 1993. 56 p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1993.

MACHADO, A. E.; SALLES, L. A. B.; LOECK, A. E. Exigências térmicas de *Anastrepha fraterculus* (Wied.,) e estimativa do número de gerações anuais em Pelotas, RS. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 24, n. 3, p. 573-578, 1995.

MACHOTA JÚNIOR, R. et al. **Técnica de criação de *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (Diptera: Tephritidae) em laboratório utilizando hospedeiro natural.** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2010. 23 p. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 15.

MACINNIS, D. O. Artificial oviposition sphere for Mediterranean fruit flies (Diptera: Tephritidae) in field cages. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 82, n. 5, p. 1382-1385, 1989.

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).** 1994. 95 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1994.

MALAVASI, A.; BARROS, M. D. Comportamento sexual e de oviposição em moscas-das-frutas (Tephritidae). In: ENCONTRO SOBRE MOSCAS-DAS-FRUTAS, 1., 1987, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1988. p. 25-53.

MALAVASI, A.; MORGANTE, J. S. Adult and larval population fluctuacion of *Anastrepha fraterculus* and its relationship to host availability. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 10, n. 3, p. 275-278, 1981.

MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A.; SUGAYAMA, R.L. Biogeografia. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado.** Ribeirão Preto: Holos, 2000. cap.10, p. 93-98.

MALGARIM, B.; MENDES, C. D. Ensacamento de goiabas visando ao manejo ecológico das moscas-das-frutas. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 2, n. 2, p. 706-709, 2007.

MALO, E. A. et al. Behavioral and electrophysiological responses of the mexican fruit fly (Diptera: Tephritidae) to guava volatiles. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 88, n. 4, p. 364-371, 2005.

MAZARO, S. M. et al. Ensacamento de figos cv. Roxo de Valinhos. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 6, n. 1, p. 59-63, 2005.

MONTES, S. M. N. M. et al. Dinâmica populacional e incidência de moscas-das-frutas e parasitoides em cultivares de pessegueiros (*Prunus persica* L. Batsch) no município de Presidente Prudente-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 2, p. 402-411, 2011.

NASCIMENTO, A. S.; CARVALHO, R. S.; MALAVASI, A. Monitoramento populacional. In: MALAVASI, A; ZUCCHI, R.A. **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil**: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Holos, 2000. cap. 13, p. 109-112.

NASCIMENTO, W. M. O. et al. Ensacamento de frutos de abiu visando à proteção contra o ataque da mosca-das-frutas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 1, p. 48-52, 2011.

NORA, I.; HICKEL, E. **Controle integrado de mosca-das-frutas**: manual do produtor. Florianópolis: Epagri, 1997. 21 p. Boletim didático, 15.

NORA, I.; HICKEL, E. Pragas da macieira: dípteros e lepidópteros. In: EPAGRI. (Ed.). **A cultura da macieira**. Florianópolis: GMC/Epagri, 2006. cap. 15, p. 463-486.

NORA, I.; HICKEL, E. R.; PRANDO, H. F. Moscas-das-frutas nos estados brasileiros: Santa Catarina. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Ed). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil**: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Holos. 2000. cap. 40, p. 271-276.

NORA, I; REIS FILHO, W. Preferência para oviposição da mosca-das-frutas *Anastrepha* spp. (Wied., 1830) em frutos de diferentes cultivares de macieira. In: EMPASC (Ed.). **II Curso da macieira**. Caçador: Empasc, 1984, p. 75.

NORA, I.; SUGIURA, T. Pragas da pereira. In: EPAGRI (Ed.). **Nashi, a pêra japonesa**. Florianópolis: Epagri/Jica, 2001, p. 261-321.

OLIVEIRA, R. B. de **Sensilas antenais de *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) e respostas a voláteis de frutíferas, substâncias sintéticas e a produtos fitossanitários utilizados na produção orgânica**. 2010. 88 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

ORTH, A.; RIBEIRO, L. G.; REIS FILHO, W. Manejo de pragas. In: EMPASC. (Ed.). **Manual da cultura da macieira**. Florianópolis: Empasc, 1986. p. 341-379.

OTTONI, E. B. EthoLog 2.2: a tool for the transcription and timing of behavior observation sessions. **Behavior Research Methods, Instruments, & Computers**, v. 3, n. 32, p. 446-449, 2000.

PEREIRA, L. B.; SIMIONI, F. J.; CARIO, S. A. F. Evolução da produção de maçã em Santa Catarina: novas estratégias em busca de maior competitividade. **Ensaio FEE**, v. 31, n. 1, p. 209-234, 2010. Impresso.

PETRI, J. L. et al. Avanços na cultura da macieira no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. especial 1, p. 48-56, 2011.

PINHEIRO, S. C. S. **Qualidade de goiabas ensacadas e manejadas com diferentes produtos fitossanitários, sob manejo orgânico**. 2006. 106 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

PRODUÇÃO INTEGRADA DE MAÇÃ. **Grade de agroquímico - Ciclo 2010/11**. Disponível em: <http://www.cnpuv.embrapa.br/tecnologias/pim/grade_agroquimicos.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2010.

PROKOPY, R. J.; ROITENBERG, B. D. Foraging behavior of true fruit flies. **Annals Scientist**, New Haven, v. 72, p. 41-49, 1984.

PROTAS, J. F. S.; VALDEBENITO-SANHUEZA, R. M. **Produção integrada de frutas: o caso da maçã no Brasil**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. 192 p.

RAGA, A. et al. Avaliação da infestação de moscas-das-frutas em variedades de café (*Coffea* spp.). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 63, n. 2, p. 59-63, 1996a.

RAGA, A. et al. Dinâmica populacional de mosca-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomares de citros de Presidente Prudente, SP. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 63, n. 2, p. 23-38, 1996b.

RAGA, A. et al. Occurrence of fruit flies in coffee varieties in the State of São Paulo, Brazil. **Boletín de Sanidad Vegetal: Plagas**, Madrid, v. 28, n. 4, p. 519-524, 2002.

RAGA, A. et al. Fruit fly (Diptera: Tephritoidea) infestation in citrus in the state of São Paulo, Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 1, p. 85-89, 2004.

RAGA, A. et al. Susceptibility of guava genotypes to natural infestation by *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) in the municipality of Monte Alegre do Sul, state of São Paulo, Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 35, n. 1, p. 121-125, 2006.

RAGA, A. et al. Host ranges and infestation indices of fruit flies (Tephritidae) and lance flies (Lonchaeidae) in São Paulo state, Brazil. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 94, n. 4, p. 787-794, 2011.

RENWICK, J. A. A. Chemical ecology of oviposition in phytophagous insects. **Experientia**, Basel, v. 45, n. 3, p. 223-228, 1989.

REYES, C. P. **Monitoramento de *Anastrepha fraterculus* (Wied. 1830) (Diptera: Tephritidae):** flutuação populacional, avaliação de atrativos e caracterização ovariana. 2011. 52 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

REYES, C. P.; JAHNKE, S. M.; REDAELLI, L. R. Caracterização ovariana e definição do número de gerações de mosca-das-frutas sul-americana durante o ciclo das culturas em dois pomares na região de Porto Alegre, RS, Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 79, n. 2, p. 185-192, 2012.

RIBEIRO, L. G. Principais pragas da macieira: mosca-das-frutas (*Anastrepha fraterculus*). In: BONETI, J. I. S.; RIBEIRO, L. G.; KATSURAYAMA, Y. **Manual de identificação de doenças e pragas da macieira**. Florianópolis: Epagri, 1999. p. 97-102.

RIBEIRO, L. G. Manejo das principais pragas da macieira no Brasil. **Revista Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 23, n. 2, p. 149-157, 2010. Suplemento.

RIBEIRO, L. G. et al. Distribuição de mosca-das-frutas *Anastrepha fraterculus* em pomares de macieira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 15., 1995, Caxambu, **Resumos...** Lavras: SEB, 1995. p. 116.

RIBEIRO, L. M. **Incentivos para certificação da qualidade no sistema de produção integrada de frutas (PIF):** um estudo de casos na cadeia produtiva da maçã. 2005. 142 f. Dissertação (Mestrado) - Centro de Ciências Exatas de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.

ROBACKER, D. C.; GARCIA, J. A.; HART, W. G. Attraction of a laboratory strain of *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae) to the odor of fermented chapote fruit and to pheromone in laboratory experiments. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 19, n. 3, p. 403-408, 1990.

SALLES, L. A. B. Emergência dos adultos de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera:Tephritidae) durante o outono e inverno em Pelotas-RS. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 22, n. 1, p. 63-69, 1993.

SALLES, L. A. B. **Bioecologia e controle da mosca-das-frutas sul-americana**. Pelotas: Embrapa/CPACT, 1995. 58 p.

SALLES, L. A. B. Colonização e dispersão de adultos de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) em pomares de pessegueiro e macieira. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 5, n. 1, p. 37-41, 1999a.

SALLES, L. A. B. Ocorrência precoce da mosca das frutas em ameixas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, n. 2, p. 349-350, 1999b.

SALLES, L. A. B. Biologia e ciclo de vida de *Anastrepha fraterculus* (Wied.). In: MALAVASI, A; ZUCCHI, R. A. (Eds.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos, 2000. cap. 8, p. 81-86.

SALLES, L. A. B.; CARVALHO, F. L. C.; JÚNIOR, C. R. Efeito da temperatura e umidade do solo sobre pupas e emergência de *Anastrepha fraterculus* (Wied.). **Anais Sociedade Entomológica Brasil**, Londrina, v. 24, n. 1, p. 147-152, 1995.

SANTOS, J. P. et al. Incidência de podridão-branca em frutos de macieira com e sem fermentos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 1, p. 118-121, 2008.

SANTOS, J. P.; WAMSER, A. F. Embalagens para ensacamento de frutos de macieira. **Jornal da Fruta - Veículo de divulgação de frutas de clima temperado e tropical**, Lages, p. 4-5, 2005.

SANTOS, J. P.; WAMSER, A. F. Efeito do ensacamento de frutos sobre danos causados por fatores bióticos e abióticos em pomar orgânico de macieira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 168-171, 2006.

SANTOS, J. P.; WAMSER, A.; DENARDI, F. Qualidade de frutos ensacados em diferentes genótipos de macieira. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 6, p. 1614-1620, 2007.

SANTOS, R. S. S. dos. et al. Caracterização e controle de pragas. In: NACHTIGALL, G. R. (Ed.). **Inovações Tecnológicas para o setor da maçã: Inovamaçã**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2011. p. 137-166.

SANTOS, W. S. **Zoneamento ecológico de *Anastrepha fraterculus* e *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) em dois cenários climáticos no Brasil**. 2008. 96 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ciências, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

SCOZ, P. L. et al. Avaliação de atrativos alimentares e armadilhas para o monitoramento de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) na cultura do pessegueiro (*Prunus persica*) (L.) Batsh. **Idesia**, Arica, v. 24, n. 2, p. 7-13, 2006.

SETOGUCHI, A. K. **Resistência varietal da manga aos danos de mosca-das-frutas, *Anastrepha obliqua* (Macquart, 1835) (Diptera: Tephritidae)**. 1991. 51 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 1991.

SILVA, F. F. et al. Influência de variáveis climáticas na ocorrência de mosca-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomares de citros, na região do Vale do Rio Caí, Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 20., 2004, Gramado. **Anais...** Gramado: SEB, 2004. p. 652.

SILVA, F. F. et al. Diversity of flies (Diptera: Tephritidae and Lonchaeidae) in organic citrus orchards in the Vale do Rio Caí, Rio Grande do Sul, Southern Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 35, n. 5, p. 666-670, 2006.

SILVA, F. F. et al. Comparação de métodos de controle de mosca-das-frutas (Diptera: Tephritidae) na produção orgânica de citros. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, Uruguaiana, v. 14, n. 1, p. 36-52, 2007.

SINGER, M. C. The definition and measurement of oviposition preference in plant-feeding insects. In: MILLER, J. R.; MILLER, T. A. (Ed.). **Insect-plant interactions**. New York: Springer-Verlag, 1986. p. 66-94.

SOUZA FILHO, M. F. de. **Infestação de mosca-das-frutas (Diptera: Tephritidae e Lonchaeidae) relacionada à fenologia da goiabeira (*Psidium guajava* L.), nespereira (*Eriobotrya japonica* Lindl.) e do pessegueiro (*Prunus persica* Batsch)**. 2006. 125 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ciências, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

SOUZA FILHO, M. F. de.; RAGA, A.; ZUCCHI, R. A. Moscas-das-frutas nos estados brasileiros: São Paulo. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos, 2000. cap. 41, p. 277-283.

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**. 1995. 97 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

SUGAYAMA, R. L. et al. Oviposition behavior of *Anastrepha fraterculus* in apple and diel pattern of activities in an apple orchard in Brazil. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 83, p. 239-245, 1997.

SUGAYAMA, R. L. et al. Colonization of a new fruit crop by *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) in Brazil: a demographic analysis. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 27, p. 642-648, 1998.

SUGAYAMA, R. L.; MALAVASI, A. Ecologia comportamental. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos, 2000. cap. 12, p. 103-108.

TAUFER, M. et al. Efeito da temperatura na maturação ovariana e longevidade de *Anastrepha fraterculus* (Wied) (Diptera: Tephritidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 29, n. 4, p. 639-648, 2000.

TEIXEIRA, R. et al. Controle de pragas e doenças, maturação e qualidade de maçãs 'Imperial Gala' submetidas ao ensacamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 2, p. 394-401, 2011a.

TEIXEIRA, R. et al. Efeito do ensacamento dos frutos no controle de pragas e doenças e na qualidade e maturação de maçãs 'Fuji Suprema'. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 3, p. 688-695, 2011b.

TELLES, C. A. et al. Produção e qualidade de pêssegos ensacados da cultivar Coral. **Revista Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 17, n. 1, p. 83-86, 2004.

URAMOTO, K., WALDER, J. M. M.; ZUCCHI, R. A. Flutuação populacional de mosca-das-frutas do gênero *Anastrepha* Schiner, 1868 (Diptera, Tephritidae) no campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, São Paulo. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 70, n. 4, p. 459-465, 2003.

ZAHLER, P. M. Moscas-das-frutas em três pomares do Distrito Federal: levantamento de espécies e flutuação populacional. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 42, n. 2, p. 177-182, 1990.

ZART, M.; BOTTON, M.; FERNANDES, O. A. Injúrias causadas por mosca-das-frutas-sul-americana em cultivares de videira. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 1, p. 64-71, 2011.

ZUCCHI, R. A. Taxonomia. In: MALAVASI, A; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil**: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Holos, 2000. cap. 1, p. 13-24.

ZUCCHI, R. A. **Fruit flies in Brazil (2008)**: *Anastrepha* species and their hosts plants, and parasitoids. Disponível em: <www.lea.esalq.usp.br/anastrepha>. Acesso em: 08 jul. 2013.

8 APÊNDICE

APÊNDICE 1. Valores médios de temperatura mínima, média e máxima (°C), precipitação pluviométrica (mm) e umidade relativa do ar (%), registrados de maio de 2009 a maio de 2012 (Caçador, SC).

Mês	Temperatura mínima (°C)	Temperatura média (°C)	Temperatura máxima (°C)	Precipitação pluviométrica (mm)*	Umidade relativa do ar (%)
Maio (2009)	8,8	13,8	20,9	8,6	83,0
Junho (2009)	5,1	9,9	17,0	5,5	82,0
Julho (2009)	6,1	10,6	16,9	10,0	86,0
Agosto (2009)	8,2	13,8	21,3	10,0	77,0
Setembro (2009)	10,6	14,6	20,0	13,4	87,0
Outubro (2009)	12,4	17,0	23,4	13,1	77,0
Novembro (2009)	16,7	21,4	27,6	7,2	75,0
Dezembro (2009)	16,3	20,9	26,9	9,8	76,0
Janeiro (2010)	17,2	21,2	26,7	9,4	83,0
Fevereiro (2010)	17,5	21,7	28,0	11,4	81,0
Março (2010)	14,5	19,0	25,7	11,3	84,0
Abril (2010)	12,1	16,3	22,3	22,2	82,0
Maio (2010)	9,3	13,0	18,1	9,0	89,0
Junho (2010)	7,5	12,3	18,6	19,8	85,0
Julho (2010)	7,3	12,3	18,6	5,7	84,0
Agosto (2010)	7,5	12,8	19,9	15,8	75,0
Setembro (2010)	11,0	15,6	22,0	5,4	75,0
Outubro (2010)	9,9	15,3	21,5	9,7	75,0
Novembro (2010)	11,8	17,6	24,8	6,9	73,0
Dezembro (2010)	14,9	19,2	24,7	14,0	81,0
Janeiro (2011)	17,0	21,3	27,6	10,3	83,0
Fevereiro (2011)	17,9	21,0	26,0	9,6	90,0
Março (2011)	14,6	18,6	24,1	12,7	85,0
Abril (2011)	12,1	16,8	23,5	9,3	84,0
Maio (2011)	8,2	12,7	19,1	4,6	85,0
Junho (2011)	5,7	10,4	16,7	14,5	87,0
Julho (2011)	7,4	12,1	18,5	22,2	85,0
Agosto (2011)	8,7	12,9	19,0	14,1	81,0
Setembro (2011)	8,3	13,8	20,8	20,5	78,0
Outubro (2011)	12,0	16,7	23,0	11,3	76,0
Novembro (2011)	11,7	17,5	24,2	5,9	74,0
Dezembro (2011)	13,3	18,8	24,9	6,0	75,0
Janeiro (2012)	14,7	20,0	26,3	7,2	78,0
Fevereiro (2012)	16,8	21,5	28,2	6,4	79,0
Março (2012)	13,0	18,8	26,8	10,8	74,0
Abril (2012)	11,7	16,3	22,7	12,7	85,0

Continuação APÊNDICE 1. Valores médios de temperatura mínima, média e máxima (°C), precipitação pluviométrica (mm) e umidade relativa do ar (%), registrados de maio de 2009 a maio de 2012 (Caçador, SC).

Mês	Temperatura mínima (°C)	Temperatura média (°C)	Temperatura máxima (°C)	Precipitação pluviométrica (mm)*	Umidade relativa do ar (%)
Maio (2012)	9,1	12,9	19,6	8,4	87,0

*Média realizada apenas entre os dias em que ocorreu precipitação pluviométrica.

9 VITA

Janaína Pereira dos Santos é filha de João Batista Rodrigues dos Santos e de Maria Sirlei Pereira dos Santos. Nasceu em Lages, SC em 13 de fevereiro de 1980.

Cursou o ensino fundamental no Colégio Franciscano Diocesano e no Colégio Aristiliano Ramos, em Lages, SC (1986 - 1993). O ensino médio cursou no Colégio Industrial de Lages, SC (1994 - 1996). Em 1997 ingressou no curso de Agronomia da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), no Centro de Ciências Agroveterinárias de Lages, SC, onde se graduou Engenheira Agrônoma em 2001.

Em 2003 ingressou no curso de Mestrado em Fitotecnia, área de concentração Fitossanidade, do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), em Porto Alegre, RS, onde obteve o grau de Mestre em Fitotecnia em março de 2005.

É pesquisadora da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), Estação Experimental de Caçador, desde julho de 2004, atuando na área de Entomologia em Fruticultura de Clima Temperado (especialmente macieira) e em Hortaliças.

Em março de 2010 ingressou no curso de Doutorado em Fitotecnia, ênfase Entomologia, do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em Porto Alegre, RS.