

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS GENÉTICOS
VEGETAIS

BIOLOGIA REPRODUTIVA DA PEREIRA JAPONESA
(*Pyrus pyrifolia* var. *culta*) SOB O EFEITO
DO GENÓTIPO E DO AMBIENTE

IVAN DAGOBERTO FAORO

Florianópolis
Estado de Santa Catarina
2009

BIOLOGIA REPRODUTIVA DA PEREIRA JAPONESA
(*Pyrus pyrifolia* var. *culta*) SOB O EFEITO
DO GENÓTIPO E DO AMBIENTE

IVAN DAGOBERTO FAORO

Tese submetida à Universidade Federal de Santa Catarina
para obtenção do título de Doutor em Ciências, área de
concentração em Recursos Genéticos Vegetais.

Prof. Orientador: Afonso I. Orth - Eng. Agr. Ph.D.

Florianópolis
Estado de Santa Catarina
2009

DEDICO

à minha esposa Ediane, verdadeira companheira de jornada, pelo amor, carinho, apoio e compreensão pelos longos períodos que estive ausente durante o doutorado em Florianópolis e viagens à São Joaquim;

à meus filhos Guilherme e Carolina, motivos maiores de vida da minha esposa e minha, pelo amor e carinho recebido e pela graça de poder tê-los e amá-los;

à minha mãe Malba Palma Faoro e, com muita saudades, ao meu pai Lourenço Faoro (*in memorium*), formadores e condutores da base de minhas idéias e exemplos de dignidade, carinho, trabalho, ética, moral, amor, compreensão e honestidade, qualidades tão raras nos dias de hoje;

à minha sogra Zenaide Petry Bortot e ao meu sogro Heleodoro Bortot (*in memorium*), com muita saudade, pela bondade, paciência, apoio e carinho recebido;

Às minhas irmãs Ilvaita e Paola, cunhadas Susy e Angela, cunhados Murilo Baron (*in memorium*) e Devanir Martins da Costa, concunhados Milton Höpker e Maurício Pirotelli, sobrinhas Yasmin, Athena, Marilis e Edilis, e sobrinhos Henrique e Ricardo, pela amizade incondicionável e convivência sadia, que sem dúvida direcionam nossas vidas de forma mais feliz e harmoniosa.

AGRADECIMENTOS

O autor expressa os mais sinceros agradecimentos:

ao amigo e orientador Prof. Dr. Afonso I. Orth por receber-me tão bem e orientar-me de forma clara neste tema tão abrangente e ainda muito desconhecido às nossas condições edafoclimáticas, agradeço de forma respeitosa como aprendiz e orgulhoso por ter passado quatro anos convivendo, trocando idéias e tendo a sua paciência em dirimir minhas dúvidas e suscitar outras, sempre motivando-me para o aprendizado;

ao amigo Dr. Anísio Pedro Camilo, pesquisador ao qual tive a honra em trabalhar por longos anos na Epagri/Estação Experimental de Caçador junto ao programa de melhoramento genético de frutíferas, que sempre manteve suas posições e opiniões para o bem comum de todos, defendendo-as muitas vezes de forma aguerrida e por isso algumas vezes incompreendido, agradeço as sugestões para a formatação de meu projeto de tese e a longa amizade e companheirismo que desfruto;

à colega Eng^a.Agr^a. M.Sc. Márcia Mondardo, pelo apoio nas análises estatísticas, fundamentais ao melhor entendimento dos dados obtidos;

aos amigos e professores Dr. Miguel Pedro Guerra, mestre deste os tempos da graduação e “the flash” em eslaides por minuto durante a preleção de suas magníficas aulas neste doutorado; ao Dr. Aparecido Lima da Silva, colega desde o tempo da graduação na UFSC, pelas sugestões e apoio recebido; ao Dr. Rubens Onofre Nodari e Dr. Marco Antonio Dalbó, pela revisão e sugestões para a melhoria da tese;

à todos os professores da Universidade Federal de Santa Catarina, Mestres que repassaram seus conhecimentos tão fundamentais para melhor entender e respeitar cada vez mais a nossa natureza;

ao amigo e Técnico Agrícola Borges, principal apoio na coleta de dados das pesquisas realizadas na Epagri/Estação Experimental de Caçador (EECD), pela ajuda incondicional recebida; e ao ainda estudante de Agronomia e hoje Engenheiro Agrônomo Vitor Castelo Branco, pela ajuda na coleta de dados na Epagri/Estação Experimental de São Joaquim (EESJ);

aos colegas que me ajudaram nas realizações das pesquisas, em especial à Eng^a.Agr^a M.Sc. Janaina Pereira dos Santos pela ajuda na identificação dos insetos coletados; ao Eng.Agr. André A. Sezerino pela ajuda na nominação dos insetos; ao Eng.Agr. Dr. Walter Ferreira Becker pelo apoio laboratorial; ao Eng.Agr. M.Sc. José Luiz Petri pelos dados das unidades de frio; à laboratorista Téc. Agrícola Elisabeth Vogel pela constante ajuda e suporte nas análises laboratoriais; Eng.Agr. M.Sc. Adilson Pereira, então chefe da EESJ, pelo apoio e boa vontade sempre presentes e tão fundamental ao desenvolvimento das pesquisas; Engs. Agrs. M.Sc. Eduardo Costa Nunes e Luiz Gonzaga Ribeiro, pela acolhida e apoio no desenvolvimento das pesquisas; Eng.Agr. M.Sc. José I. Bonetti, então Gerente Regional da Epagri, pelo apoio logístico; Eng. Agr. Dr. Hugo Braga, pelas informações e apoio; aos funcionários do CETREJO, local de pouso das muitas viagens realizadas à São Joaquim, pela acolhida sempre amiga; aos funcionários de campo e aos demais funcionários da Epagri, pelo apoio nos trabalhos desenvolvidos;

ao amigo Eng.Agr. e Advogado Sérgio Baby e seus familiares, pela amizade, apoio e convívio durante o doutorado;

à Universidade do Contestado, em especial aos Diretores Celso Marini, Nilson Thomé, Bruno Reichel e Vilson Pohlenz, pela aprovação do Doutorado e bolsa de estudos, tão necessária na consecução de minhas pesquisas e sobrevivência financeira; e aos atuais dirigentes;

às ações realizadas por alguns poucos “doutos” de nosso convívio profissional, por mostrarem-me, de forma infeliz e inesperada, que em nossa vida profissional temos que estar atentos e preparados à eventuais faltas de companheirismo em nosso convívio profissional;

à todos, que direta ou indiretamente me ajudaram no desenvolvimento desta Tese, muito obrigado.

Para reflexão:

“De tanto ver triunfar as nulidades
De tanto ver prosperar a desonra
De tanto ver crescer a injustiça
De tanto ver agigantar-se os poderes nas mãos dos maus
O homem chega desanimar da virtude
A rir-se da honra
E a ter vergonha de ser honesto.”

Rui Barbosa (14/01/1914)

“O que mais preocupa não é o grito dos violentos,
nem dos corruptos, nem dos desonestos, nem dos sem ética.
O que mais preocupa é o silêncio dos bons.”

(Martin Luther King)

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	iii
LISTA DE FIGURAS	viii
RESUMO	xiii
ABSTRACT	xv
CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	1
1.1 Justificativas	1
1.1 Hipótese	2
1.2 Objetivos	3
CAPÍTULO 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
CAPÍTULO 3 - MORFOLOGIA FLORAL DA PEREIRA JAPONESA EM DUAS DIFERENTES REGIÕES EDAFOCLIMÁTICAS DE SANTA CATARINA.....	16
3.1 Introdução	16
3.2 Material e Métodos	18
3.3 Resultados e Discussão	20
3.4 Conclusões	44
CAPÍTULO 4 - FENOGRAMAS E INTENSIDADE DE FLORAÇÃO DA PEREIRA JAPONESA NO SUL DO BRASIL.....	45
4.1 Introdução	45
4.2 Material e Métodos	48
4.3 Resultados e discussão	51
4.4 Conclusões	69

CAPÍTULO 5 - PRODUÇÃO E QUALIDADE DO PÓLEN DA PEREIRA JAPONESA EM DOIS DIFERENTES LOCAIS DAFOCLIMÁTICOS DE SANTA CATARINA, BRASIL.....	71
5.1 Introdução.....	71
5.2 Materiais e Métodos.....	72
5.3 Resultados e Discussão	75
5.4 Conclusões	85
CAPÍTULO 6 - PRODUÇÃO DE NÉCTAR POTENCIAL (COM ENSACAMENTO) E INSTANTÂNEO (SEM ENSACAMENTO) EM FLORES DE PEREIRA JAPONESA, NO SUL DO BRASIL.....	87
6.1 Introdução	87
6.2 Material e Métodos	89
6.3 Resultados e Discussão	90
6.4 Conclusões	99
CAPÍTULO 7 - PERÍODO RECEPTIVO DOS ESTIGMAS DA PEREIRA JAPONESA EM DIFERENTES FASES FENOLÓGICAS DA FLOR.....	101
7.1 Introdução	101
7.2 Material e Métodos	103
7.3 Resultados e Discussão	103
7.4 Conclusões	107
CAPÍTULO 8 - OCORRÊNCIA DE PARTENOCARPIA EM CULTIVARES DE PEREIRA ASIÁTICA	108
8.1 Introdução	108
8.2 Material e Métodos	110
8.3 Resultados e Discussão	111
8.4 Conclusões	122
CAPÍTULO 9 - ECOLOGIA DA POLINIZAÇÃO DA PEREIRA JAPONESA EM DUAS DIFERENTES REGIÕES EDAFOCLIMÁTICAS DE SANTA CATARINA, BRASIL	123
9.1 Introdução	123
9.2 Material e Métodos	125
9.3 Resultados e Discussão	125
9.4 Conclusões	138
CAPÍTULO 10 - QUALIDADE DE FRUTOS DA PEREIRA JAPONESA EM DUAS REGIÕES DE SANTA CATARINA, BRASIL	140
10.1 Introdução	140
10.2 Material e Métodos	142
10.3 Resultados e Discussão	143
10.4 Conclusões	152
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	154
ANEXO – ANÁLISES DE VARIÂNCIA	181

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 3.1 – Número mensal de horas de frio hibernal (hs) $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$ pelo Método de Unrat Modificado (MUM-HF) e de unidades de frio (UF) pelo Método de Shaltout e Unrath Modificado (=Carolina do Norte Modificado: CNM-UF), em Caçador (CD) e São Joaquim (SJ), SC, em 2006 e 2007.	21
Tabela 3.2 – Dimensões e peso das gemas e escamas de flor considerando três cultivares e dois tipos de ramos e de gemas, em São Joaquim, 2007 (safra 2007/2008).	26
Tabela 3.3 - Dimensões do pedúnculo, da região do óvulo no receptáculo floral e do comprimento da flor quando as pétalas estão completamente expandidas, das cvs. Housui, Kousui e Nijisseiki em diferentes tipos de gemas e de ramos, em Caçador (CD) e São Joaquim (SJ), em 2006 (safra 2006/2007).	32
Tabela 3.4 – Comprimento do pedúnculo floral, diâmetro e comprimento da região do óvulo no receptáculo floral e comprimento da flor quando as pétalas se encontram totalmente expandidas, de flores das cvs. Housui, Kousui e Nijisseiki em Caçador (CD) e São Joaquim (SJ), em ramos do ano e de um ano e em diferentes tipos de gemas, em 2007 (safra 2007/2008).	33
Tabela 3.5 - Quantidade e dimensões das sépalas de flores das cvs. Housui, Kousui e Nijisseiki em Caçador (CD) e São Joaquim (SJ), em ramos do ano e de um ano e em diferentes tipos de gemas, em 2006 (safra 2006/2007).	34

Tabela 3.6 – Quantidade e dimensões das sépalas de flores das cvs. Housui, Kousui e Nijisseiki em Caçador e São Joaquim, em ramos do ano e de um ano e em diferentes tipos de gemas, em 2007 (safra 2007/2008).	36
Tabela 3.7 - Número e dimensões das pétalas de flores das cvs. Housui, Kousui e Nijisseiki em diferentes tipos de gemas e de ramos, em Caçador e São Joaquim, em ramos do ano e de um ano e em diferentes tipos de gemas, em 2006 (safra 2006/2007).	37
Tabela 3.8 – Número e dimensão das pétalas de flores das cvs. Housui, Kousui e Nijisseiki em Caçador (CD) e São Joaquim (SJ), em ramos do ano e de um ano e em diferentes tipos de gemas, 2007 (safra 2007/2008).	38
Tabela 3.9 - Quantidade e comprimento dos pistilos (estilete+ estigma) e das anteras de flores de pereira japonesa das cvs. Housui, Kousui e Nijisseiki em Caçador (CD) e São Joaquim (SJ), em ramos do ano e de um ano e em diferentes tipos de gemas, em 2006 (safra 2006/2007).	40
Tabela 3.10 – Quantidade e comprimento dos pistilos (estilete + estigma) e das anteras de flores das cvs. Housui, Kousui e Nijisseiki em Caçador (CD) e São Joaquim (SJ), em ramos do ano e de um ano e em diferentes tipos de gemas, em 2007 (safra 2007/2008).	41
Tabela 4.1 – Número de flores/gemas e de gemas com frutos e número de sementes viáveis/fruto de pereira das cultivares Housui, Kousui e Nijisseiki, em Caçador (CD) e São Joaquim (SJ), SC, 2006 (safra 2006/2007).	52
Tabela 4.2 – Número de flores/gemas e de gemas com frutos e número de sementes viáveis/fruto de pereira das cultivares Housui, Kousui e Nijisseiki, em Caçador (CD) e São Joaquim (SJ), SC, 2007 (safra 2007/2008).	53

Tabela 4.3 – Número mensal de horas de frio hibernal (hs) $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$ pelo Método de Unrat Modificado (MUM-HF) e de unidades de frio (UF) pelo Método de Shaltout e Unrath Modificado (=Carolina do Norte Modificado: CNM-UF), em Caçador (CD) e São Joaquim (SJ), SC, em 2006 e 2007.	58
Tabela 4.4 – Datas, considerando três percentagens da floração, e datas corrigidas do início (estádio F), da plena (estádio F2) e do final (estádio G) da floração de três cultivares de pereira japonesa durante dois anos, em Caçador (Cd) e São Joaquim (Sj) e respectivos ciclos de duração.	61
Tabela 4.5 - Duração média (dias) entre as classes e os estádios fenológicos das gemas de flor de três cultivares de pereira japonesa, em Caçador (CD) e São Joaquim (SJ), SC, 2006 (safra 2006/2007).	64
Tabela 4.6 - Duração média (dias) entre os estádios fenológicos das gemas das flores de três cultivares de pereira japonesa, em Caçador (CD) e São Joaquim (SJ), SC, 2007 (safra 2007/2008).	64
Tabela 5.1 – Número de grãos de pólen por antera e por flor em diferentes fases fenológicas da flor (3Fx) das cultivares Housui e Nijisseiki em Caçador, em 2006 e 2007 (safras 2006/2007 e 2007/2008).	77
Tabela 5.2 – Número médio de grãos de pólen das diferentes fases fenológicas da flor (3F1~3F6) nas cvs. Housui e Kousui, em Caçador, 2006 (safra 2006/2007).	78
Tabela 5.3 – Número médio de grãos de pólen por antera e por flor de diferentes fases fenológicas da flor das cultivares Housui e Nijisseiki, em São Joaquim, 2007 (safra 2007/2008).	78

Tabela 5.4 - Número médio de grãos de pólen por antera e por flor das cvs. Housui, Kousui e Nijisseiki em Caçador, em diferentes fases fenológicas da flor (3F1~3F8), 2007 (safra 2007/2008).	79
Tabela 5.5 – Número médio de grãos de pólen por antera e por flor em diferentes fases fenológicas da flor (3F1~3F8) em Caçador, em três cultivares de pereira japonesa, 2007 (safra 2007/2008).	79
Tabela 5.6 - Diâmetro (μm) dos grãos de pólen em dois tipos de gemas da cv. Housui, em Caçador e São Joaquim, SC, 2006 (safra 2006/2007).	81
Tabela 5.7 – Germinação (%) não acumulativa dos grãos de pólen de cinco fases fenológicas da flor (3F2 a 3F6) da cv. Housui e incubados em meio de cultura durante duas, quatro e 24 horas, em Caçador, SC, 2006 (safra 2006/2007).	83
Tabela 5.8– Percentagem de germinação dos grãos de pólen de cinco fases fenológicas da flor (3F2 a 3F6) da cv. Housui e Nijisseiki e incubados em meio de cultura durante duas, quatro e 24 horas, em Caçador, SC, 2007 (safra 2007/2008).	83
Tabela 6.1 – Escala da força do vento de Beaufort.	91
Tabela 7.1 – Número de frutos por gema, percentagem de gemas com frutos e número de sementes viáveis por fruto das cvs. Housui, Nijisseiki e Suisei polinizadas em diferentes fases fenológicas da flor (3Fx), em Caçador, em 2006 (safra 2006/2007) e 2007 (safra 2007/2008).	105
Tabela 8.1- Comparação do número médio de frutos por gema no estádio “J” e na colheita, das cvs. Housui e Kousui, em Caçador, SC, 2006 (safra 2006/2007).	112

Tabela 8.2 - Percentagens de frutos fixados no estágio "J" e na colheita, de frutos com sementes viáveis, e número médio de sementes viáveis por fruto das cultivares Housui (H) e Kousui (K) em Caçador e São Joaquim, 2006 (safra 2006/2007).	113
Tabela 8.3 – Percentagens de frutos fixados no estágio "J" e na colheita, de frutos com sementes viáveis e número médio de sementes viáveis por fruto da cv. Kousui em Caçador e São Joaquim, 2006 (safra 2006/2007).	114
Tabela 8.4– Percentagens de frutos fixados no estágio "J", na colheita e de frutos com sementes, e número de sementes viáveis por fruto da cv. Housui em Caçador, 2007 (safra 2007/2008).	118
Tabela 9.1– Número médio de insetos polinizadores, em duas cultivares de pereira japonesa e em plantas rasteiras situadas nas entrelinhas de plantio, em Caçador (Cd) e São Joaquim (Sj), em 2006 (safra 2006/2007) e 2007 (safra 2007/2008).	127
Tabela 9.2 – Classificação dos insetos coletados em Caçador durante a florada da pereira japonesa, em 2006 (safra 206/2007) e 2007 (safra 2007/2008) ⁽³⁾ .	132
Tabela 9.3 – Tipos de insetos coletados em São Joaquim durante a florada da pereira japonesa, na safra 2006/2007.	133
Tabela 10.1- Qualidade dos frutos de cultivares de pereira japonesa da safra 2006/2007, em Caçador (CD) e São Joaquim (SJ).	146
Tabela 10.2- Qualidade dos frutos de cultivares de pereira japonesa em Caçador (CD) e São Joaquim (SJ), na safra 2007/2008.	149

LISTA DE FIGURAS

- | | Página |
|---|--------|
| Figura 3.1 – Dendograma de similaridade pelo método de agrupamento de Ward calculado mediante distância euclidiana simples, das dimensões de gemas de flor (peso seco e fresco das escamas e meristema e quantidade das escamas) de três cultivares de pereira japonesa (<i>Pyrus pyrifolia</i> var. <i>culta</i>) em São Joaquim, SC, em 2007, apresentando correlação cofenética de 0,5635. A primeira letra se refere a cultivar (H = Housui; K = Kousui; N = Nijisseiki); a segunda letra ao tipo de ramo (A = em ramos do ano; 1 = ramos de um ano) e as terceira e quarta letras ao tipo de gema (ax = axilar; ter = terminal). | 25 |
| Figura 3.2 - Dendograma obtido pelo Método de Ward das estruturas florais (comprimento e largura das sépalas; comprimento, largura e número de pétalas; comprimento e número de estames e de estigmas; diâmetro e comprimento da região de óvulo no pedúnculo e comprimento do pedúnculo) de três cultivares de pereira japonesa submetidas às condições de Caçador e São Joaquim, SC, em 2006, com correlação cofenética de 0,7576. A primeira letra se referente a cultivar (H = Housui; K = Kousui; N = Nijisseiki); as segunda e terceira letras ao local (CD = Caçador; SJ = São Joaquim); a quarta letra à localização da gema no ramo (D = em ramos do ano; 1 = em ramos de um ano) e as quinta e sexta ao tipo de gema (ax = axilar; ter = terminal). | 29 |

quatro classes, sendo: **GEMA**: **A**= gema dormente; **B**= gema inchada e sem expor os tecidos; **C**= iniciando a abertura das brácteas e expondo o tecido avermelhado; **C3**= orelha de rato: exposição dos primeiros órgãos internos da gema;

BROTO DE FLOR: **D**= aparecimento dos botões florais, estando ainda unidos e sem a presença de folhas; **D3**= saída dos botões florais, estando pelo menos um fora da gema; **E** = botões florais separados, estando todos fora da gema e ainda pequenos, rosados e fechados, podendo as folhas estar estendidas; **E2**= pelo menos um botão com pétalas brancas bem expandidas e pouco anterior a sua antese (estádio de “balão”), podendo ainda os demais botões florais estar pequenos;

FLORAÇÃO: **F**= início da abertura das flores, estando pelo menos uma em antese (aberta). É considerado início da floração quando 10% das gemas florais atingem este estágio; plena floração quando 70% atingem este estágio e final de floração quando 90% atingem este estágio; **F1**= a maior parte das flores encontram-se abertas, podendo alguns botões florais estar fechados; **F2**= todas as flores encontram-se abertas e a última recém teve sua antese (é considerada plena floração quando 70% das gemas florais encontram-se neste estágio); **G**= a gema apresenta todas as flores abertas e uma ou algumas apresentam pelo menos uma pétala caída e eventualmente há intumescimento de algumas corolas, sendo considerado final de floração quando 90% das gemas encontram-se neste estágio.

FRUTIFICAÇÃO: **H** = quando mais de 90% das flores da gema ficam sem pétalas; **H1**= quando todas as flores da gema ficam sem pétalas; **I**= frutificação efetiva, ficando a corola com 1 a 2cm de diâmetro, sendo que nesta fase pode ser iniciado o raleio de frutos; **J**= os frutos atingem 3 a 5cm de diâmetro. (Fotografias: Ivan D. Faoro)

3F1) botão floral rosado e recém emergido da gema (relacionada aos estádios “E e E2” da gema de flor); **3F2)** botão floral pouco rosado e com crescimento aproximado da metade da distância do ápice da flor em fase balão (relacionada aos estádios “E2 e F” da gema de flor); **3F3)** botão floral em fase “balão”, imediatamente antes de sua antese (relacionado aos estádios “F e F2” da gema de flor); **3F4)** botão de flor recém aberto e as pétalas ainda curvadas (relacionado aos estádios “F e F2” da gema de flor); **3F5)** botão floral com pétalas bem estendidas e todos os sacos polínicos avermelhados (relacionado aos estádios “F2 e G” da gema de flor); **3F6)** botão floral com pétalas bem estendidas com três até a metade dos sacos polínicos pretos (relacionada aos estádios “F2 e G” da gema de flor); **3F7)** botão floral com pétalas bem estendidas e com mais da metade ou todos os sacos polínicos pretos (relacionada aos estádios “F2 e G” da gema de flor); **3F8)** botão floral com uma ou algumas pétalas caídas e todos os sacos polínicos enegrecidos (relacionada aos estádios “G e H” da gema de flor); **3F9)** botão floral sem pétalas e todos os sacos polínicos enegrecidos (relacionada aos estádios “G e H” da gema de flor). (Fotografias: Ivan D. Faoro)

Figura 4.3 – Dendograma obtido por distância euclidiana simples utilizando o Método de Ward com correlação cofenética de 0,8605, mostrando a duração média (dias) de alguns dos estádios fenológicos das gemas de flor (C3, D, E, E2, F, F2, G) das cultivares de pereira japonesa Housui (H), Kousui (K), Nijisseiki (N) e Yali (Y), em Caçador (CD) e São Joaquim (SJ), SC, nos anos de 2006 (6) e 2007 (7).

- Figura 4.4 – Dendograma obtido por Distância Euclidiana Simples e utilizando o Método de Ward, com correlação cofenética de 0,9519, mostrando análise multivariada da duração das fases fenológicas da flor (3Fx) sem considerar as fases 3F1, 3F4 e 3F9 das cultivares de pereira japonesa Housui (H), Kousui (K) e Nijisseiki (N) cultivadas em Caçador (CD) e São Joaquim (SJ), SC, em 2007. 66
- Figura 4.5 – Duração média (dias) das fases fenológicas da flor (3Fx) nas cultivares de pereira japonesa Housui (H), Kousui (K) e Nijisseiki (N) em Caçador (CD), 2007 (safra 2007/2008). 68
- Figura 4.6 – Duração média (dias) das fases fenológicas da flor (3Fx) nas cultivares de pereira japonesa Housui (H), Kousui (K) e Nijisseiki (N) em São Joaquim (SJ), 2007 (safra 2007/2008). 69
- Figura 6.1- Produção média ($\mu\text{L}/\text{flor}$) de néctar potencial (com ensacamento das flores) em diferentes fases fenológicas da flor (3Fx) nas cultivares Housui, Kousui e Nijisseiki, em Caçador, 2006 (safra 2006/2007). 94
- Figura 6.2 - Quantidade de néctar potencial (μL) (com ensacamento) em diferentes fases fenológicas das flores (3Fx) de pereira japonesa cvs. Suisei e Nijisseiki, em Caçador, 2007 (safra 2007/2008). 94
- Figura 6.3 - Teor de sólidos solúveis totais ($^{\circ}\text{Brix}$) do néctar potencial (com ensacamento) em diferentes fases fenológicas da flor (3Fx) em duas cultivares de pereira japonesa em Caçador, 2006. 97
- Figura 6.4 - Teor de sólidos solúveis totais ($^{\circ}\text{Brix}$) do néctar potencial (com ensacamento) em diferentes fases fenológicas da flor (3Fx) nas cvs. Nijisseiki e Suisei, em Caçador, 2007. 98
- Figura 9.1 –Flutuação diária de insetos polinizadores por planta da cv. Housui em dois horários, em São Joaquim, 2006 (safra 2006/2007). 128

- Figura 9.2 –Flutuação diária de insetos polinizadores por planta da cv. Kousui em dois horários, em São Joaquim, 2006 (safra 2006/2007). 129
- Figura 9.3 – Flutuação diária de insetos polinizadores por planta da cv. Housui e nas plantas da vegetação rasteira, em dois horários de observação, em Caçador, 2006 (safra 2006/2007). 129
- Figura 10.1 –Metodologia de análise da qualidade dos frutos, onde: a) “1 a 3a” é a leitura da cor de fundo utilizando a tabela “geral” de cor de fundo (escala de notas); b) “1 a 6” é o corte do fruto em quatro partes; c) “7a a 10a” é a leitura da firmeza da polpa (lbs ou kgf); d) “11^a a 13a” é a observação de distúrbios fisiológicos e de doenças e pragas; e) “7b a 10b” é o teor de sólidos solúveis totais (°Brix). 144
- (Fonte: Kotoboki, K., 1996. Informação pessoal, modificado)

BIOLOGIA REPRODUTIVA DA PEREIRA JAPONESA (*Pyrus pyrifolia* var. *culta*) SOB O EFEITO DO GENÓTIPO E DO AMBIENTE

Autor: Ivan Dagoberto Faoro
Orientador: Afonso Inácio Orth

RESUMO – Foi avaliada a morfologia da biologia reprodutiva da pereira em duas diferentes regiões adafoclimáticas de Santa Catarina. Na região com maior quantidade de unidades de frio durante a vernalização (São Joaquim) ocorreu maior percentagem de gemas com flores, de flores por gema, de gemas com frutos na colheita, de frutos com sementes viáveis e de sementes viáveis por fruto, sendo que a abertura da inflorescência se dá na forma centrípeta. Quando a quantidade de frio é maior no início (maio) e no final (julho) da vernalização, a floração foi mais intensa, sendo que a cv. Kousui apresentou a melhor floração. O comprimento do pedúnculo das flores não deve ser um fator de seleção no melhoramento genético da pereira japonesa em regiões com quantidade insuficientes de horas de frio durante a vernalização. Clima mais ameno (Caçador) favorece a formação de flores com maior quantidade de sépalas, pétalas, maior número e comprimento dos estigmas e maior número de anteras. Não é aconselhável calcular a percentagem de fixação de frutos no estágio “J” por que ocorre elevada quantidade de queda de frutos entre esta fase e a colheita, podendo assim ser superestimada a produção da planta. A criação da escala das Fases Fenológicas das Flores (3Fx) é útil para identificar as fases mais importantes em diversos processos biológicos das flores e tornar mais didáticas o seu entendimento. O número de grãos de pólen por saco polínico já está definido na fase inicial de formação da flor (3F1). A pereira produz pólen em grande quantidade (médias entre 86.356 e 114.581 grãos. flor⁻¹), sendo esse seu principal recurso para atrair os insetos polinizadores. A região mais fria produz grãos de pólen de maior diâmetro e por isso de melhor qualidade, e as melhores taxas germinativas ocorrem entre as fases 3F3 e 3F6, coincidindo quando as flores estão em sua fase mais exuberante. Para testes *in vitro*, a melhor leitura para determinar a taxa de germinação do pólen se dá 4hs após ficar em incubação a 26°±0,5°. As fases fenológicas da flor que produzem pólen de melhor qualidade estão entre 3F4 e 3F6. A coleta de pólen para uso em polinização manual, em pomares comerciais, pode dar-se entre as fases 3F3 e 3F6. Geralmente, a produção de néctar inicia nas fases 3F3 e 3F4 e termina na fase 3F7, e a maior produção diária de néctar instantâneo (2,6 ~ 6,3 µL) e o maior teor de Sólidos Solúveis Totais (5,3° ~ 15,4°Brix) geralmente ocorrem nas fases 3F5 e 3F6. As cultivares de pereira produzem néctar em quantidade semelhante à outras frutíferas de clima temperado, mas apresenta baixo teor de açúcar e esta é a causa da menor atração aos insetos polinizadores em relação às outras espécies frutíferas. Menor precipitação, temperaturas mais baixas e ventos mais fortes durante a floração foram os principais indutores da menor quantidade ou não produção de néctar em São Joaquim. Neste local, a atração da flor da pereira aos insetos polinizadores é exercida principalmente pela biomassa dos grãos de pólen, fator que favoreceu alta incidência do coleóptero *Astylus quadrilineatus*, inseto que induz a síndrome secundária de cantarofilia em pereira, possivelmente o primeiro caso registrado nesta cultura, no Brasil. A polinização realizada nas fases 3F4 e 3F6 resultam numa melhor fixação de frutos. Flores da cv. Nijisseiki tem período efetivo de polinização (PEP) de pelo menos cinco dias (até a fase 3F7), enquanto as da cv. Suisei tem pelo menos seis dias (até a fase 3F8). A quantidade de sementes por fruto dependente mais da cultivar (fator genético) que do clima (fator ambiental). A cv. Kousui tem fixação de frutos muito boa e extremamente alta e difere significativamente da cv. Housui. A fixação de frutos da cv. Housui é maior em condições de maior quantidade de frio. As cvs. Housui e Kousui apresentaram baixa fecundidade quanto ao número médio de sementes produzidas por frutos (<3,0), a cv. Suisei apresentou fecundidade intermediária (3,1 a 5,0 sementes por fruto) e a cv. Nijisseiki apresentou alta fecundidade (>5,1 sementes por fruto). As cultivares apresentam partenocarpia e fertilização por polinização cruzada (alogamia). Em Caçador a taxa de partenocarpia é maior que em São

Joaquim. Em trabalho de melhoramento genético tradicional da pereira, após a emasculação, não há necessidade de proteger as flores de eventuais visitas de insetos polinizadores, pois as flores não são mais atrativas. A quantidade de insetos polinizadores é cerca de 6% a 14% da ideal. Por isso, é indicado instalar o maior número de colônias de abelhas fortes por hectare e adotar formas de manejo que aumente a eficácia e a eficiência em direcioná-las às flores da pereira. Para preservar a diversidade das espécies de insetos polinizadores nativos, que são de elevada eficiência, é indicado manter as plantas nativas rasteiras nas entrelinhas do pomar de pereira. A presença de floresta nativa próximo ao pomar e as temperaturas médias mais elevadas em Caçador foram fatores que beneficiaram a presença da maior diversidade de insetos polinizadores, em relação à São Joaquim. As cvs. Housui e Kousui tem maior °Brix que a cv. Nijisseiki e por isso são mais saborosas.

Palavras chave: floração, fertilização, partenocarpia, pólen, néctar, insetos, morfologia floral.

BIOLOGY REPRODUCTIVE OF JAPANESE PEAR (*Pyrus pyrifolia* var. *culta*) UNDER THE EFFECT OF THE GENOTIPE AND THE ENVIROMENT

Author: Ivan Dagoberto Faoro

Advisor: Afonso Inácio Orth

ABSTRACT - We evaluated the morphology and the reproductive biology of the pear in two different regions of Santa Catarina with distinct soil and climatic conditions. In the region with the greatest number of cold units during the vernalization period (San Joaquin) occurred the highest percentage of buds with flowers, flowers per bud, buds with fruits at harvest, fruits with viable seeds and viable seeds per fruit. The opening of the inflorescence occurs in a centripetal form. When the amount of cold weather is greater in the beginning (May) and the end (July) of the vernalization period, the blossom was more intense, and the cv. Kousui showed the best flowering. The length of the flower stalk should not be a factor for selection in breeding programmes of Japanese pear in regions with insufficient number of cold hours during the vernalization. Mild climate (Caçador) favors the formation of flowers with a higher number of sepals, petals, and more and longer stigma and greater number of anthers. It is not advisable to calculate the percentage of fruit setting in the stage "J" since occurs a high amount of fruit drop between this stage and the harvest, and may therefore be overestimation of the production of the plant. The creation of a scale of the phenological phases of Flowers (3Fx) is useful to identify the most important phases in various biological processes of the flowers. The number of pollen grains per anther is defined at the initial stage of formation of the flower (3F1). Pear tree produces pollen in large quantities (averages between 86,356 and 114,581 grains/ Flower-1), which is its main resource to attract insect pollinators. The region with lower temperatures produces larger pollen grains and therefore with a better quality and the best rates of pollen germination occur between the flower phases 3F3 and 3F6, coinciding with the most exuberant stage of the flowers. For *in vitro* tests, the best time for reading the rate of pollen germination occur 4hs after incubation at $26^{\circ} \pm 0.5^{\circ}$. The phenological stages of flowers which produce better quality of pollen are among the stages 3F4 and 3F6. The collection of pollen for use in manual pollinations in commercial orchards can be made between the phases 3F3 and 3F6. Generally, the production of nectar begins in the stages 3F3 and 3F4 and ends in the phase 3F7, and the largest daily production of nectar standing crop ($2.6 \sim 6.3 \mu\text{L}$) and higher concentration of sugars ($5.3^{\circ} \sim 15, 4^{\circ}$ Brix) generally occurs in phases 3F5 and 3F6. Cultivars of pear produced nectar in quantities similar to other temperate zone fruits, but presented a lower sugar content and this is probably the cause of the lower attraction of the flowers to insect pollinators in relation to other fruit species. Lower precipitation, lower temperatures and stronger winds during the blooming period were the main causes of a lesser amount of nectar production in São Joaquim. In this place, the attraction of the insect pollinators to the pear flowers are mainly due to the pollen, a factor that favored the high incidence of the beetle *Astylus quadrilineatus*, insect responsible of the secondary syndrome of cantharophily in pears, possibly the first case recorded in this crop in Brazil. Pollination carried out during the flower phases of 3F4 and 3F6 resulted in better fruit setting. Flowers of the cv. Nijisseiki present an effective pollination period (EPP) of at least five days (up to the stage 3F7), while those of cv. Suisei has a period of at least six days (until stage 3F8). The quantity of seeds per fruit is more cultivar dependent (genetic factor) than to the climate (environmental factor). The cv. Kousui has a fruit setting classified as very good to extremely good, and differs significantly from cv. Housui. The fruit setting of the cv. Housui is greater in colder areas. The cvs. Housui and Kousui showed low fertility in relation to the average number of seeds produced per fruit (<3.0), the cv. Suisei showed intermediate fertility (from 3.1 to 5.0 seeds per fruit) and the cv. Nijisseiki showed high fertility (> 5.1 seeds per fruit). The pear cultivars exhibit parthenocarpy and fertilization by allogamy. Pear trees from Caçador present a rate of parthenocarpy greater than in São Joaquim. In studies of traditional genetic

improvement of pears, there is no need to protect the flowers after emasculation from flower visits by insect pollinators, because the flowers are not attractive anymore. The amount of insect pollinators in the studied areas is only about 6% to 14% of the ideal population. Therefore, it is important to install the largest number possible of bee colonies per hectare and to adopt management strategies in order to increase the effectiveness and efficiency of the pollination. To preserve the diversity of native insect pollinators, which are highly efficient, it is indicated to maintain the native flowering plants inside the orchard. The presence of a natural forest near the orchard and the higher average temperatures in Caçador, were factors that benefited the presence of the greater diversity of insect pollinators, compared to São Joaquim. The cvs. Housui and Kousui present higher quantity of sugar (° Brix values) than the cv. Nijisseiki and therefore are tastier.

Key words: flowering, fertilization, parthenocarpy, insect pollinators, polen, nectar, flower morphology.

INTRODUÇÃO

1.1 - Justificativas

A pereira, embora seja a 10^a frutífera em quantidade produzida no mundo, com 20.106 milhões de toneladas em 2007 (FAO, 2009), é uma das frutíferas de clima temperado menos plantada e menos estudada no Brasil. Isto ocorre devido a falta de adaptação das cultivares de alta qualidade às condições climáticas aqui existentes. Essas cultivares, originárias de regiões mais frias que as existentes no sul do Brasil, quando aqui cultivadas sofrem uma série de distúrbios fisiológicos devido as suas constituições genéticas. Tal fato se reflete na floração deficiente e na má formação de flores, gerando, em consequência, menor qualidade e produtividade. Esses fatores são pouco estudados em nossas condições climáticas, e possivelmente, são o maior motivo da pouca expressão econômica da pereira no Brasil. Tal fato implica que cerca de 88% das pêras consumidas no Brasil são importadas, já que o consumo brasileiro em 2007 foi de 143 mil toneladas e a produção nacional foi somente de 17,07 mil ton. (Toda Fruta, 2009). Em 2008 foram importadas 139,78 mil toneladas de pêra fresca, resultando no pagamento de US\$ 120,62 milhões preço FOB (Ibraf, 2009).

No entanto, existem algumas poucas regiões no Brasil com quantidade de frio suficiente para o cultivo de pereiras de alta qualidade, como a região de São Joaquim em Santa Catarina. Assim, torna-se necessário a avaliação dos danos sofridos por cultivares plantadas em regiões com menor quantidade de frio, como a de Caçador, principalmente quanto a alteração da biologia floral, fertilização e fixação de frutos.

O conhecimento dessas alterações resultam no melhor entendimento dos efeitos da falta de aclimatação das plantas, possibilitando o direcionamento de ações no melhoramento genético que sejam passíveis de atenuá-las ou mesmo eliminá-las. Também, torna-se possível qualificar

eventuais alterações na biologia floral, caso se confirme a alteração climática esperada, para os próximos 50 anos, devido ao aquecimento global. A identificação de genótipos com melhor adaptação às temperaturas mais elevadas, com boa floração, produtivas e com produção de frutos de alta qualidade, torna possível o seu uso em programas de melhoramento genético da pereira.

1.2 - Hipóteses

Como hipótese geral, genótipos de pereira quando expostos em condições climáticas com insuficiente quantidade em unidades de frio durante o período de vernalização não tem a fenologia e a biologia reprodutiva alterada,.

As hipóteses específicas, são:

Capítulo 3: Cultivares de pereira quando expostos à diferentes condições edafoclimáticas geram flores com características morfológicas semelhantes;

Capítulo 4: Clima mais ameno e locais com menor número de horas de frio durante a vernalização não afetam o período de floração e a quantidade de frutos fixados;

Capítulo 5: A produção de grãos de pólen por antera e por flor difere entre diferentes cultivares, mas o clima mais frio durante a vernalização não induz à maior formação de grãos de pólen;

Capítulo 6: O volume e a qualidade do néctar quanto ao teor de açúcar não são afetados pela menor quantidade de frio durante a vernalização;

Capítulo 7: Diferentes cultivares e flores em diferentes fases fenológicas não apresentam diferentes períodos receptivos de fertilização e produção de sementes;

Capítulo 8: A pereira apresenta partenocarpia que pode variar entre as diferentes cultivares, mas ela não é influenciada pela menor quantidade de frio durante a vernalização;

Capítulo 9: A pereira apresenta diversos insetos polinizadores, mas as espécies não variam entre regiões com menor ou com maior quantidade de frio durante a vernalização;

Capítulo 10: Frutos produzidos em regiões mais frias não tem alterada a sua qualidade quando comparados aos produzidos em regiões mais amenas.

1.3 - Objetivos

O objetivo geral deste trabalho foi estudar a biologia floral de cultivares de pereira japonesa, considerando o comportamento destas em duas diferentes condições edafoclimáticas, visando gerar conhecimentos que permitam dar suporte a estudos fisiológicos, programas de melhoramento genético e ao sistema de produção comercial desta pomácea.

Os objetivos específicos são:

Capítulo 3: Descrever aspectos da morfologia floral;

Capítulo 4: Caracterizar a evolução fenológica da floração e a fixação de frutos;

Capítulo 5: Estudar a evolução da produção de pólen das flores;

Capítulo 6: Estudar a evolução da produção e qualidade do néctar das flores;

Capítulo 7: Identificar o melhor período receptivo para as flores serem fecundadas e produzirem sementes;

Capítulo 8: Verificar a ocorrência e caracterizar a incompatibilidade gametofítica;

Capítulo 9: Identificar os visitantes florais e potenciais polinizadores;

Capítulo 10: Estudar a qualidade dos frutos de pereira em duas regiões com climas diferentes.

CAPÍTULO 2

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Adaptação

A maioria das cultivares de pereira com frutos de alta qualidade foi obtida em regiões de clima temperado, como os países da Europa, China, Japão e EUA, onde o frio hibernal é acentuado. A necessidade de frio também ocorre entre as espécies de *Pyrus*, como classificaram Tamura et al. (2002) ao analisarem diferentes cultivares e espécies: entre 400 e 800 unidades de frio (UF): *Pyrus faurei*; entre 800 e 1000 UF: *P. calleryana*, *P. dimorphophylla*, ‘Housui’, ‘Ci li’ e ‘Ninomiyama’; entre 1000 e 1200 UF: *P. betulaefolia*, ‘Kousui’ e ‘Wasekouzo’; entre 1200 e 1400 UF: *P. pyrifolia*, ‘Nijisseiki’, ‘Ya li’, ‘Choujuuro’, ‘Taihaku’, ‘Yakumo’, ‘Hakko’, ‘Niitaka’ e ‘Qui Bai li’; entre 1400 e 1600 UF: *P. longipes*, ‘Kikusui’, ‘Chouju’, ‘Kumoi’, ‘Imamuraaki’ e ‘Hattastu’; entre 1600 e 1800 UF: *P. communis*, *P. aromática*, ‘Oku Sankichi’, ‘Shinsetsu’, ‘Shinsui’, ‘Bai li’, ‘Kimiitsukawase’ e ‘Akaho’.

Tendo como base a informação anterior, nas condições do sul do Brasil a cv. Kousui apresenta floração mais intensa que a da cv. Housui, e esta, a da cv. Nijisseiki, o que não era esperado. Essa situação controversa sobre o comportamento e a adaptação de cultivares é observada em outras pesquisas, dificultando a previsão do comportamento das cultivares em nossas condições climáticas. No entanto, para uma cultivar produzir maior quantidade e frutos de melhor qualidade em regiões mais quentes, é fundamental que ela possua baixo requerimento de frio para cessar a dormência, durante o período de vernalização. Esse requerimento é verificado pelo conjunto da habilidade adaptativa para a quebra da dormência, do florescimento, da fixação de frutos e do crescimento satisfatório da planta (Hauagge & Cummins, 2000).

Camelatto et al. (2001b) citam que o abortamento ou a necrose das gemas florais ou a má adaptação é dependente da cultivar, pois existem cultivares que produzem grande número de gemas de flor por planta e grande quantidade de flores por gema, tais como as cvs. Yali e Carrick

cultivadas em Caçador, SC. Isso mostra a existência de variabilidade genética suficiente para a solução parcial ou total do problema. Prevê-se assim, que a longo prazo, o melhoramento genético convencional ou molecular deve produzir cultivares mais adaptadas às variações climáticas das regiões com maior ou menor intensidade de unidades de frio, no sul do Brasil (Oliveira et al., 2008b). E, a curto prazo, a adoção de tratamentos culturais mais adequados (Rufato et al., 2007), o uso de fito-hormônios (Leite et al., 2008) e de porta-enxertos ananizantes (Perazzolo, 2008) poderão aumentar a floração e produtividade da pereira.

Portas-enxertos

Atualmente, os porta-enxertos mais utilizados no Brasil para as cultivares do tipo japonesa são o *Pyrus calleryana* clone D-6 e o *P. betulaefolia*, os quais induzem grande vigor às plantas, mas apresentam excelente compatibilidade (Faoro & Brighenti, 2006). O primeiro porta-enxerto é citado como bem adaptado ao clima mais quente e ambos apresentam baixo requerimento de frio hibernal, situando-se entre 200 e 600 unidades de frio (UF). Por isso, eles são a escolha preferencial de muitos fruticultores, comparativamente aos *seedlings* de cultivares híbridas. O porta-enxerto *P. calleryana* D-6 tem bom crescimento em baixo pH (4,0), excelente sobrevivência e crescimento em solos úmidos e adequado em solos argilosos, baixa absorção de cálcio, ferro e zinco mas alta de boro e potássio e produz frutos de excelente qualidade. O porta-enxerto *P. betulaefolia* apresenta excelente crescimento em baixo pH (4,0), excelente sobrevivência e crescimento em solos úmidos ou secos e pouco profundos mas adequado em solo argiloso, apresentando alta absorção de cálcio, boro e zinco e produz plantas com média a boa eficácia produtiva e mais vigorosas que quando enxertadas com *P. calleryana*, (Faoro, 2001a).

Morfologia

Os ramos da pereira apresentam dois tipos de gemas. Uma é pequena e pontiaguda, sendo definida como vegetativa ou lenhosa e somente produz estruturas vegetativas, como folhas e ramos (Alexandre et al., 2001). A outra é uma gema maior, oval, menos pontiaguda, sendo designada como gema mista por produzir folhas e flores. Quezada & Nakasu (2003) definem gema mista tanto as que produzem estruturas vegetativas como as que produzem estruturas vegetativas e reprodutivas. Neste trabalho, as gemas mistas serão somente referidas às que conjuntamente produzem flores e folhas, estejam elas sob estruturas definidas como brindilas, lamburdas, bolsas ou esporões. Conforme Fideghelli (2007), brindila é um ramo fino de 10 a

30cm de comprimento e que contém gemas axilares (vegetativas e reprodutivas) e terminais; lamburda é um ramo curto, com 1,0 a 8,0cm de comprimento, que contém em seu final uma gema de flor; a bolsa é um segmento do ramo que sofreu engrossamento; o esporão, também designado como crista de galo, é um segmento do ramo onde se originam diversas gemas de flor. Petri et al. (2006a), para a macieira, definem brindilas como ramos de 10 a 40cm de comprimento e que contém gemas axilares e, na parte terminal, geralmente uma gema de flor. Na pereira cv. Nijisseiki é comum a produção de gema florífera a partir de esporão. Já nas cultivares Housui e Kousui as gemas de flor se desenvolvem nas brindilas, lamburdas e, mais raramente, nas bolsas.

Esumi et al. (2007) observaram que no Japão o início da diferenciação floral na cv. Housui deu-se no final de junho (aproximadamente dezembro, no Brasil), 75 dias após a plena floração, já que a quebra da dormência ocorre entre final de março e início de abril. Após iniciar o desenvolvimento de 14 a 17 escamas, o meristema apical formou uma estrutura tipo *dome* e, ainda indistinguíveis, as escamas e folhas começaram e se desenvolverem na parte basal deste meristema. Os meristemas das flores laterais iniciaram na axila das escamas, sendo formados cinco meristemas. A fitotaxia média da divergência entre as escamas e o meristema de iniciação da flor foi de 139° . Em seguida, o ápice se transformou no meristema floral terminal, dando este origem à sexta flor. Por último, mais dois a três meristemas florais se formaram abaixo do primeiro meristema floral formado. Após a formação da inflorescência, os órgãos florais iniciaram a diferenciação, por ordem, em sépalas, pétalas, estames e pistilos, primeiramente na flor terminal e após nas laterais. O desenvolvimento do meristema floral iniciou no final de junho e terminou no início de julho, enquanto a diferenciação dos órgãos florais terminou na segunda metade de julho (aproximadamente janeiro, no Brasil). No total, foram formadas as seguintes quantidades de estruturas florais: $15,5 \pm 1,4$ escamas; $1,1 \pm 0,5$ primórdios sem meristema foliar nas axilar; $8,7 \pm 1,1$ escamas; $7,8 \pm 0,8$ meristemas florais e $1,0 \pm 0,6$ meristemas indiferenciado. Este meristema indiferenciado apresentou forma triangular e foi o último a ser produzido, sendo formado abaixo dos demais meristemas da flor. A inflorescência produziu $8,0 \pm 2,1$ flores e $1,6 \pm 1,4$ folhas.

Alguns autores utilizam diferentes nomes para definir as folhas coriáceas externas que envolvem as gemas, as quais possuem formato semelhante à uma unha e coloração marrom. Esumi et al. (2007) as citam como escamas, enquanto Marodim (1998) as define como brácteas. Neste trabalho, essas folhas externas das gemas serão designadas como escamas. E, as folhas internas da gema e que se desenvolvem abaixo de cada meristema floral, serão definidas como brácteas. A gema floral é composta por escamas do tipo espata, as quais são folhas modificadas e

localizadas junto aos verticilos florais. As escamas tem função de proteção da inflorescência aos efeitos externos adversos (Tromp, 2005a).

O órgão feminino da flor é designado como gineceu ou pistilo, o qual é formado pelo conjunto de cinco pistilos (geralmente) e o ovário. Cada pistilo é composto por um único estigma, um estilete e pelo ovário (parte basilar dilatada). O estigma é a região receptora dos grãos de pólen e para isto secreta substâncias que facilitam sua adesão, hidratação e germinação (Apezzato-da-Glória et al., 2006). O estilete suporta o estigma e é tubular e alongado, sendo este o local onde se desenvolvem os tubos polínicos. Os pistilos são livres em sua parte superior e soldam-se na parte basal, mas são sincárpicos pois cada pistilo guarda a sua individualidade e forma dois lóculos individualizados. A sincarpia é uma vantagem evolutiva, pois distribui os grãos de pólen de forma mais homogênea e aumenta a seleção gametofítica de incompatibilidade, bem como proporciona maior superfície de captura dos grãos de pólen (Sheffield et al., 2005).

Na cv. Housui, o estigma geralmente fica na altura ou pouco superior aos estames. O estilete tem inserção terminal, pois sai do ápice do ovário. O primórdio do óvulo se desenvolve cerca de 21 dias antes da antese (Jackson, 2005). O ovário é ínfero e apresenta cinco lóculos (pentalocular), sendo que em cada locus podem ser produzidas, no máximo, duas sementes, totalizando, no máximo, 10 sementes por fruto. A placenta, região interna do ovário e onde os óvulos estão inseridos, é do tipo axilar. O fruto é um pomo (Baugher, 2003).

O órgão masculino da planta é formado pelo conjunto de estames em número maior que o dobro das pétalas (polistêmone), dialistemonas (livres), epipétalos (adnatos às pétalas), possuindo um filete (pedúnculo) simples e livre que se une ao conectivo na região dorsal da antera (dorsifixo). A antera é intorsa, pois é voltada para o centro da flor e apresenta deiscência longitudinal, cuja abertura também é voltada ao interior da flor. Essa antera é composta por duas tecas (diteca), local onde se situam os sacos polínicos e são formados os grãos de pólen, os quais são designados como gametófitos masculinos (andrófitos) ou esporângios. Os sacos polínicos se desenvolvem rapidamente, pouco antes da antese. Foi observado que os estames da pereira tem diferentes tamanhos e não apresentam nectários. Os pedúnculos da flor não são carnosos. Segundo Fideghelli (2007), esta é uma característica das pereiras asiáticas, enquanto as pereiras do tipo européia possuem o pedúnculo pouco carnosos.

Cultivares e exigência ao frio

As cultivares de alta qualidade mais plantadas no Brasil, embora em reduzida escala, são:
a) tipo européia: cvs. William's, Max Red Bartlett, Packham's Triumph, Abate Fetel e Rocha,

plantadas em pequenas áreas nas regiões de clima mais frio, no sul do Brasil; b) tipo japonesa: cvs. Housui, Nijisseiki e Kousui, sendo que nos últimos dez anos está crescendo no sul do país o plantio da cv. Housui e decrescendo o da cv. Nijisseiki, principalmente em Santa Catarina e no Rio Grande do Sul. No Estado de São Paulo, são mais plantadas as cvs. Atago e Okusankichi, pêras japonesas consideradas de média qualidade; c) tipo chinesa: cv. Yali, pêra de média qualidade e cultivada principalmente no Estado do Paraná. Existem ainda as pêras de baixa a média qualidade e pouco exigentes em frio, como as cvs. Kieffer, Abacaxi, clones de Pêra d'Água e tipos de Pêra Pedra (Faoro, 2001b). Neste trabalho, a nomenclatura das cultivares japonesas segue a orientação de Faoro (2002).

No Rio Grande do Sul, nas regiões mais altas, como as situadas nos municípios de Bom Jesus e Cambará, podem ser plantadas cultivares européias e asiáticas de alta qualidade, enquanto que na região de Vacaria existe alguma restrição ao plantio de algumas cultivares européias com maior exigência de frio na vernalização. Nas regiões de Bento Gonçalves, Pelotas e Jaguarão, com menor quantidade de horas de frio, é indicado somente o plantio das cvs. Housui, Kousui, Yali e híbridas com baixa exigência de frio (Simonetto & Grellmann, 1999).

Em Santa Catarina, na região dos municípios de Caçador, Fraiburgo e Frei Rogério, somente são indicados o plantio das cvs. Housui e Kousui, enquanto que para as regiões de São Joaquim podem ser plantadas estas duas e a cv. Nijisseiki, além das européias de alta qualidade.

No Paraná, na região mais alta situada no município de Palmas, a qual apresenta média de 450 a 500hs $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$ (Gaviglione et al., 2007), existe potencial para o plantio de cultivares européias e asiáticas. Já nas outras regiões de altitude inferior à citada, como as localizadas nos municípios de Guarapuava, Araucária, Pinhais e algumas áreas da grande Curitiba, somente são indicadas as cultivares asiáticas Housui, Kousui e Yali. A região mais elevada de Pinhais apresenta cerca de 141hs $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$ (Oliveira et al., 2008b).

A cv. Nijisseiki apresenta alta resistência à entomosporiose (Faoro et al., 2001a) e é mais exigente em frio que as cvs. Housui e Kousui. Quando exposta a condições de 450 a 550hs de frio hibernal $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$ produz plantas com poucas flores e ramos com pouco crescimento, pois necessita 900 a 1000 horas de frio $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$ (Verissimo et al., 2004) para apresentar boa floração. Apresenta esporões como estrutura floral, o que não é desejável para o cultivo em regiões de clima mais quente (Dennis, 2000), e tem baixa quantidade de gemas axilares (Yasunobu, Y. – informação pessoal, 2001). Em São Joaquim, esta cultivar, em média, floresce entre 12/09 e 26/09 e inicia a maturação a partir de 15/02 (Faoro & Brighenti, 2006). Seus frutos são médios a grandes, arredondados, com película verde e ficam amarelados quando maduros; a polpa é crocante, macia, suculenta e sem adstringência, sendo mais ácida que as cvs. Housui e Kousui, mas apresenta boa qualidade para o consumo (Faoro, 2001a).

Testes de necessidade de frio realizados por Nishimoto et al. (1995) no Japão, indicaram que a cv. Housui necessita 721 horas $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$ para florescer. Na região de Caçador, apresenta intensidade mediana de florescimento e reduzido número de flores por gema, mas a produtividade média tem sido boa (36,4 t/ha). As plantas têm bom vigor e produzem grande quantidade de ramos. As folhas são grandes, ovaladas, pontiagudas e de coloração verde-clara. As plantas produzem gemas axilares laterais principalmente em ramos de um e dois anos de idade, sendo que plantas adultas apresentam melhor frutificação. No Japão, produz elevada quantidade de gemas axilares e média quantidade de gemas em esporão (Yasunobu, Y. – informação pessoal, 2001). O florescimento, em São Joaquim, geralmente inicia na primeira semana de setembro e, em Caçador, na segunda quinzena. A compatibilidade de polinização é boa com as cvs. Kousui e Nijisseiki. Os frutos arredondados tem coloração marrom-dourada quando maduros, apresentam tamanho médio a grande (285g) e por isso são os de melhor aceitação no mercado. O pedúnculo é longo e de espessura média a fina. A polpa é crocante, doce, sem adstringência e muito suculenta (Faoro, 2001a; Faoro & Brighenti, 2006).

As plantas da cv. Kousui produzem ramos longos e finos. As folhas são verde-escuras, grandes, ovaladas e compridas. Para florescer, necessita cerca de 600 horas abaixo de 10°C (Asano & Okuno, 1990), ou 750 horas entre 0 e 6°C (Sugiura & Honjo, 1997) ou 756 horas $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$ (Nishimoto e Fujisaki, 1995), ou 750 Unidades de Frio (Sugiura et al., 2002). Nas condições brasileiras produz grande número de gemas axilares floríferas e raramente há formação de esporões, sendo que a maior parte da frutificação ocorre em ramos de um e dois anos de idade e a frutificação efetiva é muito boa. No Japão, produz média percentagem de gemas axilares e poucas gemas em esporão (Yasunobu, Y. – informação pessoal, 2001). Na condição climática de Caçador, primeiro há emissão de flores e somente depois as folhas são emitidas. Tem melhor florescimento quando comparada com as cvs. Housui e Nijisseiki. Possui alelos S_4S_6 de incompatibilidade gametofítica (Ishimizu et al., 1998) e é compatível com os pólen das cvs. Housui, Nijisseiki e Suisei. O florescimento, geralmente ocorre a partir da segunda dezena de setembro. Apresenta boa produtividade, mas os frutos são pequenos (cerca de 140g) e por isso apresenta menor valor comercial que a cv. Housui (Faoro & Shiba, 1999). Seus frutos possuem coloração marrom-dourada quando maduros; a polpa é doce, crocante e macia, sem adstringência e muito suculenta. O pedúnculo é longo e fino e de espessura média (Faoro, 2001a). A planta, principalmente em regiões mais quentes como Caçador, é muito suscetível à doença seca dos ramos causada pelo fungo *Botryosphaeria* sp (anamorfo *Dothiorella* sp.) (Becker et al., 2001), o que praticamente inviabiliza seu cultivo nesses locais.

Segundo Benedek (1996), a polinização entomófila da pereira é resultado de um longo processo evolutivo entre as plantas e os insetos polinizadores, estando envolvidos ajustes

recíprocos ao longo dos séculos. O ajuste da planta ao polinizador garante maior efetividade em sua fertilização e o ajuste do inseto às flores lhes garante maior uso dos recursos tróficos nela disponíveis. No caso das abelhas, essa relação é de extrema importância, pois suas larvas se alimentam exclusivamente dos alimentos coletados das flores, como o néctar e o pólen.

Fertilidade e partenocarpia

Quando as flores são auto-polinizadas e produzem frutos sem sementes, o processo é designado como “partenocarpia estimulativa (Leite & Souza, 2003; Moria et al., 2005). Soltész (2003b) usa o termo “partenocarpia induzida” quando ela é estimulada pela temperatura, polinização e/ou substâncias de crescimento. Kozma (2003) verificou algo semelhante em flores de videira, onde a aplicação de pólen estéril estimula a secreção estigmática, a qual desencadeia reações no ovário que estimulam o desenvolvimento do fruto e evitam a formação de tecido de abscisão na base do pedúnculo do frutinho, o qual irá crescer sem formar sementes viáveis. Jackson (2005) verificou que a polinização, mesmo sem fertilização, estimula a atividade citoplasmática e bioquímica do pistilo e o desenvolvimento do ovário, aumentando então a viabilidade do saco embrionário. Um exemplo de “partenocarpia estimulativa” é citado por Tomioto et al. (1996), onde o cruzamento entre diferentes cultivares com a mesma série alélica gerou alta fixação de frutos devido à indução da partenocarpia, principalmente em cultivares que possuem alto potencial de expressão desta característica. Sharifani & Jackson (2001) afirmam que a partenocarpia é o principal mecanismo da fixação de frutos em pereira.

Alguns autores diferenciam o termo incompatibilidade de inter-incompatibilidade. Segundo Nyéki (1996a), incompatibilidade é um mecanismo genético que previne a autofertilização ou a fertilização entre plantas fortemente relacionadas entre si. Já a inter-incompatibilidade é a incapacidade do pólen de uma cultivar germinar ou fertilizar uma outra cultivar, devido à não interação entre os S-alelos. No caso deste trabalho, os dois termos serão adotados para relacionar a incompatibilidade gametofítica, já que são conceitos assemelhados e somente servem para confundir o entendimento.

O termo “pseudofertilidade” ou “pseudocompatível” é aqui utilizado como sinônimo de “autofertilidade” ou “autocompatível” por que a pereira, embora sendo auto-incompatível, pode, em algumas situações, expressar autofecundação. Ou seja, se uma cultivar é auto-incompatível e por efeito climático ou por polinização muito precoce ou tardia torna-se autocompatível, diz-se que ela apresentou “pseudofertilidade”. Já o termo autocompatível ou autofértil é designado para cultivares de pereira que normalmente ou sempre apresentam auto-fecundação graças à alguma característica genética inerente à ela. Um exemplo é a cv. Osanijisseiki, mutante da cv.

Nijisseiki, que ao expressar mutação no alelo S_4 tornou-se autocompatível e passou a apresentar alelos $S_2S_4^{sm}$ (Sato, 1993). A cv. Nijisseiki é auto-incompatível e apresenta alelos S_2S_4 (Hiratsuka et al., 2001).

A ocorrência de autofertilidade está relacionada com a idade da flor. Por exemplo, flores muito novas podem ainda não terem desenvolvido quantidade suficiente de substâncias inibidoras da incompatibilidade gametofítica, enquanto as flores mais velhas não mais apresentam barreira com alta efetividade para este tipo de incompatibilidade. Então, em ambos os casos, pode ocorrer a autofertilização (Leite & Souza, 2003). Hiratsuka et al. (1985) citam que três a seis dias antes da antese pode ocorrer autofertilização, mas não de três a sete dias após a antese, sendo que o período efetivo da polinização, na pereira, não excede a sete dias. Neste trabalho, o cruzamento manual foi realizado quando a flor estava na fase de balão (3F3) e por isso não foi possível verificar essas possibilidades de autofecundação em fases mais precoces ou mais tardias da abertura da flor.

Quando uma cultivar é polinizada com seu próprio pólen e a fixação de frutos é superior a 30%, indica que a cultivar é autofértil (Sato, 1993). Quando a fixação dos frutos é inferior a 30%, a cultivar é considerada auto-incompatível.

Uma das maneiras para melhorar a polinização é deixar as plantas polinizadoras distanciadas no máximo 16m (Leite & Souza, 2003) a 20-21m (Soltész & Nyéki, 1998) das plantas produtoras; utilizar pelo menos duas cultivares polinizadoras compatíveis e que floresçam concomitantes às cultivares produtoras; aumentar a quantidade de colméias de abelhas.ha⁻¹ e melhorar seu manejo; e evitar que flores de outras espécies frutíferas mais atrativas aos polinizadores floresçam próximas ao pomar de pereira (Torregrossa & Bonnaffe, 1995; Orth et al., 2005).

Recasens (1990) e White et al. (1990) citam que quanto maior é o número de sementes por fruto maior ele será, pois há uma correlação linear quanto a esta característica. Moriya et al. (2005), testando cinco cultivares de pereira européia, detectaram que os frutos com sementes apresentaram maior peso e diâmetro, enquanto o comprimento foi praticamente semelhante aos frutos sem sementes. Benedek (1996) cita que na macieira há correlação positiva entre o peso e o número de sementes viáveis, sendo o maior número de sementes resultado de melhor fertilização, a qual somente pode ser atribuída à polinização mais intensiva realizada pelas abelhas. Por outro lado, Ketchie et al. (1996) não encontraram correlação entre o número de sementes e o peso ou mesmo o tamanho do fruto. Situação semelhante também foi relatada por Grigs et al. (1957) com a cv. William's (= Bartlett).

Locais testados

As plantas de pereira japonesa, objeto deste estudo, foram cultivadas nas Estações Experimentais de Caçador e de São Joaquim, ambas pertencentes à Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – EPAGRI S.A.. Em Caçador, o plantio do pomar ocorreu em 1996, estando as cultivares enxertadas sobre *Pyrus calleryana* e espaçadas em 5,0 x 3,0m, com condução em V e em espaldeira. Em São Joaquim, o plantio ocorreu em 1984 e as plantas foram enxertadas sobre *Pyrus betulaefolia* e espaçadas em 6,0 x 4,0m, com condução em líder central. Na implantação dos pomares, nos dois locais, o solo foi corrigido para pH 6,0 e a adubação e tratos culturais seguiram as recomendações técnicas do sistema de produção da cultura (Empasc/Acaresc, 1988; Epagri, 2001).

A Estação Experimental de Caçador (EECD) se localiza no Meio-Oeste do Estado de Santa Catarina, Brasil, latitude Sul 26°46' e longitude Oeste 51°01', em altitude de 960 metros (Pola, 1987; Massignam & Pandolfo, 2006). Em média, apresenta 1067 unidades de frio hibernal pelo Método Carolina do Norte Modificado (Petri & Leite, 2004). O clima é classificado como Cfb, com temperatura média anual de 16,5°C, média mínima de 11,1°C e média máxima de 22,6°C. A precipitação média anual é de 1655mm em 143,9 dias de chuva e a umidade relativa média é de 77,9%. O solo onde está o experimento é classificado como latossolo bruno húmico distrófico (Marodin, 1998).

A Estação Experimental de São Joaquim (EESJ) está localizada no Planalto Serrano de Santa Catarina, na latitude Sul 28°17'39", longitude Oeste 49°55'56" e numa altitude de 1415 metros (Verissimo et al., 2004; Massignam & Pandolfo, 2006). Em média, apresenta 1999 unidades de frio (UF) hibernal pelo Método Carolina do Norte Modificado ou 1218 UF pelo Método de Utah ou 920 horas de frio $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$ (Verissimo et al., 2004). O clima é classificado também como Cfb, com temperatura média anual de 13,4°C, média mínima de 9,4°C e média máxima de 18,9°C. A precipitação média anual é de 1621 mm e a média da umidade relativa do ar é de 80,5%. O solo onde estão as plantas é raso, húmico álico e apresenta textura argilosa.

Temperatura

Um fator preocupante futuro é a expectativa do aumento da temperatura média global. Por exemplo, no Japão, num estudo conduzido envolvendo diversos locais e cultivares foi verificado que no século XX a temperatura média aumentou 2,9°C na região mais central da cidade de Tóquio; 2,4°C em Nagoya e 2,3°C em Sapporo. Esta última é situada na região norte e por isso a mais fria das três. Em Tóquio, o número de dias com temperatura inferior a 0°C na

primeira década de 1900 foi de 61,7 dias, e passou para somente 3,2 dias na década dos anos 90. Quanto ao florescimento de cultivares de pereira, entre 1960 e 2000, ocorreram quatro tipos de respostas: a) em alguns locais (região de Saiatama e Tóquio) a floração foi precoce e gradual nos anos mais recentes; b) num segundo tipo, em alguns locais (Ibaraki e Nagano), o florescimento teve uma leve precocidade; c) num terceiro tipo (região de Fukuoka e Oita), o florescimento foi mais tardio, sendo que há possibilidade de no futuro não existir frio suficiente para proporcionar a quebra da endodormência; d) e num quarto tipo (Okayama), não foi possível detectar mudanças significativas (Honjo & Fukui, 2002).

Um estudo similar desenvolvido com o quivi, na Nova Zelândia, por MacPherson et al. (1997), mostrou que em regiões de clima ameno as gemas florais axilares iniciaram mais precocemente seu desenvolvimento, aumentando a taxa de respiração imediatamente após a das gemas apicais. Já na região mais fria, foi verificado que a saída da dormência ocorreu 10 dias (em 1992) e 28 dias (em 1993) antes do que na região com temperatura mais elevada. A duração do período da quebra de dormência foi mais rápida (15 e 11 dias) na região mais fria, na qual foi obtido maior número de ramos reprodutivos, de flores por ramo reprodutivo e de flores por gema. Tal situação torna mais evidente a importância da ocorrência de baixas temperaturas durante a endodormência.

Mesmo existindo algumas regiões no Sul do Brasil com elevada quantidade de horas de frio durante a vernalização das plantas, foi detectado que está ocorrendo elevação da temperatura média (Herter et al., 2007). As maiores alterações foram detectadas na temperatura média mínima, a qual aumentou 1,01°C entre 1983 e 2004. Também a precipitação média tem aumentado. Tais indícios evidenciam que se isso continuar, a situação da fruticultura de clima temperado brasileira, em especial das espécies com elevada exigência em frio hibernal, como a pereira, ficará restrita à poucas áreas ou mesmo irá desaparecer se não forem desenvolvidas novas cultivares de alta qualidade com pouca exigência em frio ou surjam novas tecnologias e produtos que possibilitem o cultivo em regiões com pouca ou nenhuma quantidade de horas de frio $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$.

Para que isso ocorra, há necessidade da geração de conhecimento sobre o comportamento morfofisiológico dos genótipos de pereira em condições sub-ótimas e ótimas. Desta forma, será possível entender e direcionar ações quanto à indicação e seleção de novos genótipos às diversas regiões com diferentes climas. Além disso, por ser a reprodução da pereira dependente dos insetos polinizadores, surge mais um fator relevante para maior sucesso no desenvolvimento desta cultura no Brasil: o conhecimento de quais insetos atuam em cada região e sua efetividade no processo da polinização. Assim, este trabalho procura encontrar algumas respostas às muitas

dúvidas existentes no meio científico brasileiro, já que nossas condições de clima e solo diferem dos países com tecnologia e tradição no cultivo da pereira.

Palmer et al.(2003) citam que nos primeiros 35 a 50 dias após a fertilização, há intensa divisão celular nos frutos formados. Após este período, ocorre crescimento praticamente linear no tamanho do fruto, sendo que na presença de temperatura mais elevada (20°C) proporciona desenvolvimento dez vezes maior que em temperaturas mais baixa (6°C). Temperaturas elevadas durante o desenvolvimento dos frutos induzem a redução do ciclo entre a floração e colheita, sendo que 1°C a mais na temperatura média provoca redução de aproximadamente 3,5 dias na colheita. As temperaturas elevadas entre a metade e o final do verão resultam na elevação da taxa de respiração e conseqüente redução no crescimento dos frutos.

Organização do trabalho de tese

Para melhor organização acadêmica, o trabalho foi dividido em capítulos. No capítulo três são descritas as variações nas estruturas formadoras das gemas florais e das flores, das cultivares submetidas às temperaturas que atendem suas necessidades genético-fisiológicas durante a vernalização (São Joaquim) ou às temperaturas sub-adequadas e que geram déficit na quantidade de horas de frio (Caçador). No capítulo quatro são apresentados dois fenogramas: um é de conhecimento da comunidade científica e mostra os estádios fenológicos das gemas florais; o outro é inédito e foi desenvolvido neste trabalho, onde são apresentadas as fases fenológicas da flor - designadas como 3Fx – e permite o detalhamento mais apurado das variações qualitativas e quantitativas durante seu processo de desenvolvimento. Tais fenogramas permitiram calcular a duração de cada estágio ou fase fenológica e avaliar a similaridade comportamental das cultivares nos dois locais avaliados. Também foi possível identificar que os modelos matemáticos utilizados para o cálculo das horas de frio e previsão da qualidade da floração necessitam ser readequados para a pereira. O capítulo cinco apresenta a produção e a qualidade do pólen produzido nos dois locais. E, no capítulo seis, são destacadas a produção e a qualidade do néctar, seja instantâneo (sem ensacamento das flores) ou potencial (quando se ensacam as flores). A receptividade do estigma está ligada à maior ou menor eficiência durante o período efetivo de polinização, e isso é destacado no capítulo sete. No entanto, a pereira pode apresentar a produção de frutos sem eles serem fertilizados, devido à ação da partenocarpia. Tal situação é estudada no Capítulo oito, sendo que os resultados surpreendem pela elevada percentagem de frutos partenocárpicos produzidos. No capítulo nove são apresentados os principais insetos polinizadores da pereira e é possível observar que no local com menor quantidade de horas de

frio (Caçador) a variabilidade quanto às espécies de insetos foi maior; mas, na região mais fria (São Joaquim), houve ação intensa de um coleóptero polinizando as flores, possivelmente o primeiro caso de cantarofilia da pereira registrado no Brasil. E, para encerrar, no capítulo dez é comparada a qualidade dos frutos produzidos nas duas diferentes regiões de Santa Catarina.

CAPÍTULO 3

MORFOLOGIA FLORAL DA PEREIRA JAPONESA EM DUAS DIFERENTES REGIÕES EDAFOCLIMÁTICAS DE SANTA CATARINA

3.1 - Introdução

As frutíferas de clima temperado apresentam uma fase de dormência durante o período de vernalização devido às seleções adaptativas sofridas durante seu processo evolutivo às condições do seu centro de origem e de diversidade. Esse período pode exigir maior ou menor quantidade de unidades de frio para ser superado e serve para promover o processo de florescimento.

Nos últimos cem anos outro fator vem influenciando a exigência da quantidade de frio para o florescimento ocorrer: o melhoramento genético realizado pelo homem para a obtenção de novas cultivares (Jackson, 2005). Desta forma, uma cultivar poderá necessitar uma pequena quantidade de horas de frio enquanto outra pode necessitar mais que o dobro para superar a dormência e florescer.

Os fatores climáticos, principalmente a temperatura, podem interferir na formação das flores antes mesmo de iniciar o período de vernalização. Neste processo, há uma série de etapas envolvidas, tais como a indução e a diferenciação das gemas florais. Na macieira, a indução das gemas de flores ocorre 45 a 60 dias após a plena floração ou pouco mais tarde em regiões mais quentes (Petri et al., 2006). Marodin (1998) identificou que a diferenciação floral da pereira ocorre cerca de 14 a 28 dias após a indução floral. Para Tromp (2005), a diferenciação ocorre na

endodormência. Zanol e Herter (1997) citam que em Pelotas, RS, a diferenciação floral da cv. Packham's Triumph ocorreu em meados de janeiro nas gemas situadas em ramos curtos e no final de janeiro nas gemas situadas em ramos longos. Esta época foi coincidente com a paralisação do crescimento da planta.

O desenvolvimento da flor é lento até aproximadamente a metade do inverno e se acelera quando o período de frio hibernal cessa, sendo que a flor terminal é formada por último (Tromp, 2005). Segundo Fideghelli (2007), na Itália a diferenciação da flor inicia entre 20 e 30 de junho (semelhante ao mês de dezembro no Brasil), já a formação das sépalas inicia-se na segunda metade de julho (\approx janeiro no Brasil); na primeira metade de agosto (\approx fevereiro) inicia a formação das pétalas e, um mês após, inicia a dos estames. No final de outubro (\approx abril no Brasil) a início de novembro (\approx maio) inicia-se a formação dos carpelos e na metade de fevereiro (\approx agosto) inicia a microsporogenese, a qual precede a floração. Esumi et al. (2007) observaram que no Japão o início da diferenciação floral na cv. Housui foi observado no final de junho (\approx dezembro, no Brasil), após 75 dias da plena floração, já que a quebra da dormência ocorre entre final de março e início de abril.

Em certas regiões sul-brasileiras com maior quantidade e qualidade de frio hibernal, como a de São Joaquim, SC, a brotação e o florescimento são semelhantes às principais regiões produtoras de outros países. Já em Caçador, SC, onde há menor quantidade de frio hibernal, se observam gemas florais maiores e com escamas mais abertas e dessecadas. Muitas vezes os primórdios florais apresentam necrose parcial ou total e há abscisão da gema ou emissão de apenas uma flor (Faoro, 2001d; Marodin et al., 2007).

As frutíferas de clima temperado, quando submetidas às condições sub-tropicais, tem afetada sua saída (quebra) da dormência e apresentam certas características morfológicas alteradas, pois não há frio suficiente para que os processos fisiológicos naturais da espécie ocorram normalmente. Isso ocorre na maior parte das regiões do sul do Brasil que apresentam número de horas de frio semelhante ou inferiores às de Caçador. Os sintomas comumente observados, são os seguintes: a) brotação e floração deficiente, mais tardia, irregular e prolongada; b) baixa formação de esporões e brotação com folhas de menor tamanho e que paralisam o crescimento; c) gemas pequenas e com escassas reservas de hidratos de carbono; d) flores menores, pedúnculo de menor comprimento e mal formadas; e) alto percentual de gemas que permanecem dormentes; e) necrose ou abortamento e queda de gemas; f) frutos menores e maturação irregular (Pasqual, 1978; Gemma et al., 1990; Camelatto, 1990; Couvillon, 1995; Alexandre et al., 2001; Petri, 2002a; Petri e Leite, 2004; Petri, 2002b; Leite, 2005).

As alterações no padrão de expressão gênica dos meristemas que desencadeiam a formação das estruturas florais devido a exposição das plantas à condições sub-ótimas de

temperatura é designado como regulação epigenética (Taiz e Zeiger, 2004). Esta regulação explica as mudanças na expressão gênica sem ocorrer mudanças no genoma da planta (Chen, 2007). No entanto, ocorrem alterações nas ligações covalentes dos nucleotídeos, tais como a metilação, a remodelação da cromatina, a interferência no RNA e os efeitos nas expressões gênicas (Ozias-Akins & Dijk, 2007). Este evento pode aumentar o potencial de adaptação à nova situação climática ou mesmo acelerar a ocorrência de mutações e seleção evolutiva (López-Maury et al., 2008).

Este trabalho objetivou descrever aspectos da morfologia floral de três cultivares de pereira submetidas a duas diferentes condições edafoclimáticas de Santa Catarina, uma com média (Caçador) e outra com alta (São Joaquim) quantidade de unidades de frio hibernal.

3.2 - Material e métodos

Em diferentes plantas de cada cultivar, foi avaliado o desenvolvimento das gemas de flor e as dimensões das estruturas das flores das cultivares Housui, Kousui e Nijisseiki, nos anos 2006 (safra 2006/2007) e 2007 (safra 2007/2008) em duas diferentes condições climáticas - Caçador e São Joaquim – no Estado de Santa Catarina, Brasil.

A Estação Experimental de Caçador (EECD) se localiza no Meio-Oeste do Estado de Santa Catarina, Brasil, latitude sul 26°46' e longitude oeste 51°01', em altitude de 960 metros (Pola, 1987; Massignam & Pandolfo, 2006). Em média, apresenta 1.048 unidades de frio hibernal pelo Método Carolina do Norte Modificado ou 558 horas $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$ pelo Método Utah Modificado (Petri, J.L. -informação pessoal, 2008). Neste local, o pomar foi implantado em 1996, estando as cultivares enxertadas sobre *Pyrus calleryana* e espaçadas em 5,0 x 3,0m, com condução em V e em espaldeira.

A Estação Experimental de São Joaquim (EESJ) está localizada no Planalto Serrano, em Santa Catarina, latitude sul 28°17'39" e longitude oeste 49°55'56", em altitude de 1415 metros (Verissimo et al., 2004; Massignam & Pandolfo, 2006). Em média, apresenta 2.029 unidades de frio (UF) pelo Método Carolina do Norte Modificado ou 933 horas de frio $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$ (Petri, J.L. - informação pessoal, 2008). O pomar foi implantado em 1984 e as plantas foram enxertadas sobre *Pyrus betulaefolia* e espaçadas em 6 m x 4m, com condução em líder central.

Em 2006, em São Joaquim e Caçador, a partir de julho e quando as gemas estavam no estágio fenológico A, foram coletadas aproximadamente a cada 15 dias gemas potencialmente florais, até quando 10% dessas gemas apresentam pelo menos uma flor aberta (início da

floração). Foram coletadas dez gemas axilares de ramos de um ano e mais cinco gemas axilares e cinco gemas terminais de ramos do ano em cada época de coleta, das cultivares Housui, Kousui e Nijisseiki. As gemas foram cortadas rente às escamas de sua base, com uso de tesoura de raleio, e levadas para o laboratório para medir o diâmetro transversal mediano e o peso fresco em balança digital com resolução de décimo de miligrama. Em seguida, com o uso de bisturi e de pinça, as escamas foram removidas, contadas e pesadas, sendo mantidos os primórdios foliares e os florais anexados à gema. Posteriormente, as gemas e suas escamas separadas foram submetidas à câmara seca (60°C) durante três dias, sendo novamente pesadas para verificar o peso seco.

Em 21-22/08/2007, em São Joaquim, foram coletadas 15 gemas de flor/tratamento, das cultivares Housui, Kousui e Nijisseiki, combinando dois tipos de ramos com dois tipos de gemas (gema terminal em ramo do ano, gema axilar em ramo do ano e gema axilar em ramo de um ano), totalizando nove tratamentos e seis repetições cada tratamento. Foram avaliadas as seguintes variáveis: diâmetro transversal da gema fresca, peso médio da gema fresca, número médio de brácteas, peso médio das brácteas e das gemas secas. Os dados foram analisados em delineamento inteiramente casualizado.

Num outro experimento, para a caracterização das dimensões das estruturas florais das cvs. Housui, Kousui e Nijisseiki, em 2006, em Caçador foram colhidas 15 flores (= 15 repetições) situadas nas gemas axilares de ramos de um ano, e mais 15 flores (= 15 repetições) situadas nas gemas terminais de ramos do ano. Em São Joaquim, além desses dois tratamentos, foram colhidas mais 15 flores (= 15 repetições) situadas nas gemas axilares de ramos do ano. Os tratamentos foram analisados em delineamento inteiramente casualizado, com desenho fatorial considerando cultivares (3) e as gemas em diferentes tipos de ramos (2). Dependendo da análise estatística, foram considerados oito ou 15 tratamentos e respectivamente 135 e 225 observações totais, conforme citado nos Anexos 3.3, 3.5, 3.7 e 3.9.

Em 2007, repetiu-se a coleta de flores para a caracterização de suas estruturas florais. Para isso, foram colhidas flores de gemas terminais e de gemas axilares de ramos do ano, além de gemas axilares de ramos de um ano, das cultivares Housui, Kousui e Nijisseiki. As características avaliadas foram: comprimento do pedúnculo (cm); número, comprimento (cm) e largura (cm) das sépalas e pétalas; número e comprimento (cm) dos estigmas e estames; e diâmetro (cm) e comprimento (cm) do receptáculo floral. O comprimento da flor aberta foi realizado nos dois anos em São Joaquim e no ano de 2007, em Caçador. Cada repetição do comprimento e largura das pétalas e comprimento dos estames foi composta pela média de cinco medidas. Para a medição, foi utilizado paquímetro digital (marca Mytutoyo, modelo Absolute). Todos os tratamentos possuíam 15 repetições, com exceção dos seguintes tratamentos coletados

em São Joaquim, que possuíam 10 repetições: gema axilar em ramo de um ano na cv. Housui; e gemas axilares e gemas terminais em ramos do ano na cv. Nijisseiki. O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado, com 15 ou 10 repetições, considerando 14 tratamentos e 195 observações totais (Anexos 3.2, 3.4, 3.6, 3.8 e 3.10). O desenho experimental foi em fatorial, considerando cultivares (03) e tipos de gemas em diferentes ramos (3). Os dados foram analisados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ou por análise de correlação pelo coeficiente de Person, utilizando o programa computacional SAS (Sistema de Análises Estatísticas). Também foram avaliados por análise de agrupamentos com técnica multivariada de similaridade/dissimilaridade, considerando o método hierárquico aglomerativo (Método de Ward) e a Análise de Componentes Principais (ACP) (Cruz, 2005; Dias, 2006). Para isso, foi utilizado o programa computacional Fitopac 1.6 (Shepherd, 2006).

3.3 - Resultados e discussão

Os dados de temperatura, dos dois locais e nos anos de 2006 e 2007, são citados na Tabela 3.1.

Manejo da planta

Nas cvs. Housui e Kousui, os ramos de ano que cresceram no sentido vertical praticamente não produziram gemas terminais de flor ou, quando produziram, elas eram pequenas e pouco desenvolvidas. Os ramos situados no sentido horizontal ou próximo a este produziram maior quantidade de gemas axilares e terminais de flor. Na pereira, durante a endodormência, ocorre gradiente acrotônico nas gemas de flor, pois as gemas terminais apresentam dormência mais profunda que as axilares (Leite, 2005) e por isso necessitam maior quantidade de frio (Herter et al., 2001c). Isso indica que o manejo a ser adotado para produzir maior quantidade de gemas florais é realizar arqueamento dos ramos selecionados para produção no próximo ano, deixando-os aproximadamente a 45° ou mais, do nível do solo. Tal situação esta de acordo com Jackson (2005), o qual cita que a formação ou não de gemas florais se deve à cultivar utilizada, ao clima e ao manejo da planta para aumentar seu potencial fotossintético, sendo que ramos arqueados apresentam maior conteúdo de sorbitol, aminoácidos, AIA (auxina) e citocinina, mas menor conteúdo de giberilinas.

Tabela 3.1 – Número mensal de horas de frio hibernal ($hs \leq 7,2^{\circ}C$) pelo Método de Unrat Modificado (MUM-HF) e de unidades de frio (UF) pelo Método de Shaltout e Unrath Modificado (=Carolina do Norte Modificado: CNM-UF), em Caçador (Cd) e São Joaquim (Sj), SC, em 2006 e 2007.

Método	Ano	Local	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro		Total (até)	
							15 Set	30 Set	15/set	30/set
MUM ($HF \leq 7,2^{\circ}C$)	2006	Cd	129	43	102	89		76		439
		Sj	308	150	69	202		204		933
	2007	Cd	141	106	228	60		15		550
		Sj	200	162	297	148		44		851
	Média de 35 anos em Cd ⁽¹⁾	109	138	152	104		55		558	
Média de 36 anos em Sj ⁽²⁾	162	189	231	181		175		933		
CNM (UF)	2006	Cd	460	183	149	147	21	97	960	1.036
		Sj	835	427	254	254	73	308	1905	2140
	2007	Cd	314	148	328	128	-42	-80	876	880
		Sj	549	368	446	407			1.770 +15 set	1.770 +30 set
	Média de 35 anos em Cd ⁽³⁾	232	257	269	169	73	121	1.000	1.048	
Média de 37 anos em Sj ⁽⁴⁾	469	423	423	363	171	351	1.849	2.029		

Fonte: José Luiz Petri/Epagri-Estação Experimental de Caçador, 2008, informação pessoal; Epagri/Estação Experimental de São Joaquim, 2008, informação pessoal.

Gemas florais

As gemas de flor das cvs. Housui, Kousui e Nijisseiki, no estágio fenológico B, foram mais firmes quando produzidas em condições climáticas mais frias (São Joaquim), comparativamente às produzidas na região com menor quantidade de frio hibernal (Caçador).

Isso foi mais evidente nas gemas da cv. Housui e menos pronunciada nas gemas da cv. Nijisseiki. Em Caçador, na segunda quinzena de agosto de 2007, muitas das gemas terminais dos ramos de ano da cv. Housui apresentavam escamas menos compactas que as das gemas axilares dos ramos de ano e a dos ramos de um ano. Tal fato é considerado um sintoma do abortamento floral, segundo Faoro (2001d). A causa dessa menor firmeza, possivelmente, está ligada ao maior número de primórdios produzidos pelas gemas florais, pois Veríssimo et al. (2004) detectaram que nas regiões com temperaturas mais elevadas, como em Pelotas, RS, o número de primórdios situou-se em cerca de $16.\text{flor}^{-1}$, enquanto em regiões mais frias, como São Joaquim, SC, as gemas florais produzem cerca de $11.\text{primórdios.flor}^{-1}$.

Dados obtidos em Caçador quanto à Análise dos Componentes Principais (ACP), em 2006, não proporcionaram agrupamento dos diferentes tipos de gemas (axilar e terminal) produzidas em ramos de ano e em ramos de um ano, considerando tanto entre como dentro de cada cultivar, em nenhuma das épocas de coleta dos dados, entre julho ao início de setembro. Tanto nas coletas da primeira época como na da última época, as gemas axilares situadas em ramos de um ano das cvs. Housui e Kousui apresentaram maior número de escamas, enquanto as gemas da cv. Nijisseiki apresentaram maior peso. As gemas axilares da cv. Kousui, situadas em ramos do ano, tiveram um dos menores pesos e quantidades de escamas em relação às demais cultivares.

Em Caçador, entre julho e setembro de 2006, houve inconstância no peso fresco das gemas e reduzido crescimento. Talvez a metodologia de corte da base das gemas para retirar o excesso de tecido do ramo possa ter afetado a avaliação desses parâmetros. No entanto, todas as gemas avaliadas das cvs. Kousui e Nijisseiki e as gemas terminais de ramos do ano da cv. Housui apresentaram tendência em aumentar o peso. As exceções foram gemas axilares dos ramos de um ano e do ano da cv. Housui. Sendo assim, optou-se por comparar os pesos frescos médios finais das gemas. A cv. Nijisseiki produziu gemas com $0,192.\text{mg.gema}^{-1}$, seguida pelas cvs. Housui ($0,161.\text{mg.gema}^{-1}$) e Kousui ($0,146.\text{mg.gema}^{-1}$).

O peso seco das gemas em Caçador, em 2006, quando foram consideradas as diferentes datas de avaliação e tipos de gemas das três cultivares avaliadas, apresentou tendência de acréscimo no início de agosto, mas, no início de setembro, o peso foi menor. Em julho, as gemas de maior peso seco foram as da cv. Housui. A partir do final de agosto até o início de setembro,

as gemas da cv. Nijisseiki foram mais pesadas. As gemas de menor peso seco, em todas as épocas de avaliação, foram as gemas da cv. Kousui. A percentagem do peso seco em relação ao peso fresco das gemas de flor foi maior na cv. Nijisseiki (22,1%), seguido pela cvs. Housui (17,8%) e Kousui (16,4%). O diâmetro transversal das gemas foi maior nas cultivares Nijisseiki e Housui e menor na cv. Kousui. A cv. Kousui se caracterizou por apresentar gemas de menor peso fresco e seco e de menor tamanho.

Dados obtidos em Caçador e São Joaquim (Figuras 4.1 e 4.2 do Cap. 4), em 2006 (safra 2006/2007) e 2007 (safra 2007/2008), mostraram que a cv. Kousui apresentou maior número de gemas com flores e maior quantidade de flores/gema quando comparada às cvs Housui e Nijisseiki. Desta forma, cultivares com gemas de maior dimensão e peso (cvs. Housui e Nijisseiki) não induzem, necessariamente, melhor índice de floração ou menor taxa de necrose/abortamento de gemas. Assim, a aparência visual a campo de gemas bem desenvolvidas e grandes não é garantia da produção de flores.

Resultados obtidos por Marondim (1998), Herter et al. (2001b), Veríssimo (2002) e Verissimo et al. (2004) detectaram que em regiões com menor quantidade de unidades de frio hibernal, como Pelotas e Vacaria, RS, as gemas de flor de pereira apresentaram maior tamanho e peso seco que em região mais fria, como a de São Joaquim, SC. Nesses dois locais do RS ocorreu bifurcação das gemas e formação de um maior número de primórdios florais. A causa pode estar relacionada à ocorrência de temperaturas mais elevadas durante a fase de diferenciação floral (verão e outono) e/ou no período de repouso/vernalização (outono e inverno). Nakasu et al., 1995 adicionam a este fator as elevadas flutuações diárias de temperatura. Verissimo et al. (2004) e Carvalho & Zanette (2004) citam que, havendo menor quantidade e qualidade de frio no inverno, a taxa respiratória mantém-se elevada e consome-se grande parte das substâncias de reserva (amido) sem aumentar os sólidos solúveis nas gemas durante o inverno, induzindo menor quantidade de reserva para as gemas se desenvolverem e brotarem normalmente. Ou seja, a planta não entra em dormência profunda (endodormência) e continua seu desenvolvimento morfofisiológico, o que pode induzir a formação de maior quantidade de estruturas florais (bifurcação das gemas e primórdios florais) e assim geram maior desgaste fisiológico, para o qual não está preparada já que em seu processo evolutivo não sofreu seleção genética para se adequar às condições climáticas mais quentes e semelhantes às de Vacaria ou de Caçador. Talvez este desbalanço seja um dos fatores essenciais para induzir o distúrbio designado como necrose ou abortamento floral, tão comum em regiões mais quentes como às de Caçador. Esses fatores também podem induzir a abertura física das escamas e expor os primórdios aos danos físicos ocasionados por eventuais geadas. Desta forma, somente a

obtenção de cultivares menos exigentes em frio hibernar e tolerantes às variações térmicas diárias será possível resolver de forma parcial ou definitiva este problema de adaptação.

Em 2007, foi realizada a análise multivariada dos componentes principais (ACP) das dimensões da gema: peso, quantidade das escamas e do meristema floral das gemas, considerando as três cultivares plantadas em São Joaquim. Foi verificada que essas características, considerando os diferentes tipos de gemas de uma mesma cultivar, variaram entre si. O dendograma obtido pelo Método de Ward e com coeficiente de correlação cofenética (CCC) de 0,5635 foi o que melhor agrupou a similaridade das gemas. Este dendograma (Figura 3.1) indicou elevada semelhança entre as flores produzidas em gemas terminais nos ramos do ano e nas gemas axilares de ramos de um ano das cvs. Housui e Kousui. Ambas foram mais similares às flores produzidas nas gemas da cv. Nijisseiki do que de suas próprias gemas axilares do ramo de ano.

Conforme Arriel et al. (2004), o CCC determina o grau de correspondência entre a matriz de dissimilaridade original e aqueles que resultam do agrupamento (dendograma). Por isso, segundo Cardim et al.(2001), quanto maior é o CCC menor é a distorção da matriz de distância provocada pelo agrupamento, sendo que valores superiores a 0,70 são satisfatórios (Shepherd, 2006). No entanto, no método de Ward é uma característica normal a geração de valores mais baixos do CCC, como o 0,5635 citado anteriormente, mas que permitem a geração de dendogramas com correspondência satisfatória à matriz original dos dados.

Os dados das gemas florais obtidos em São Joaquim em 2007 (Figuras 3.1) foram analisados mediante o teste de médias (Tabela 3.2), sendo detectada diferença significativa no diâmetro das gemas. As gemas axilares em ramos do ano apresentaram menor diâmetro, enquanto as gemas terminais do ramo do ano e as gemas axilares dos ramos de um ano apresentaram maior diâmetro. Isso possivelmente ocorreu por que nos ramos do ano as gemas terminais apresentam maior atividade fisiológica. O mesmo ocorreu para o peso fresco das gemas, com exceção das gemas axilares em ramos de um ano na cv. Housui. Os maiores pesos secos de escamas.gema⁻¹ foram obtidos nas gemas axilares em ramos de um ano e gemas terminais em ramos do ano nas cvs. Nijisseiki e Kousui, e em gemas axilares em ramos de um ano na cv. Housui. Considerando somente a inflorescência sem as escamas, o maior peso seco foi gerado pelas gemas axilares de ramos de um ano e pelas gemas terminais em ramos do ano da cv. Nijisseiki, havendo tendência das gemas axilares dos ramos do ano, para todas as cultivares testadas, produzir inflorescências de menor peso e tamanho.

O peso fresco das escamas das gemas apresentou incremento entre julho e setembro de 2006, tendo as cvs. Nijisseiki e Housui maior massa que a cv. Kousui. A maior percentagem média do peso seco em relação ao peso fresco das escamas foi produzida pela cv. Housui

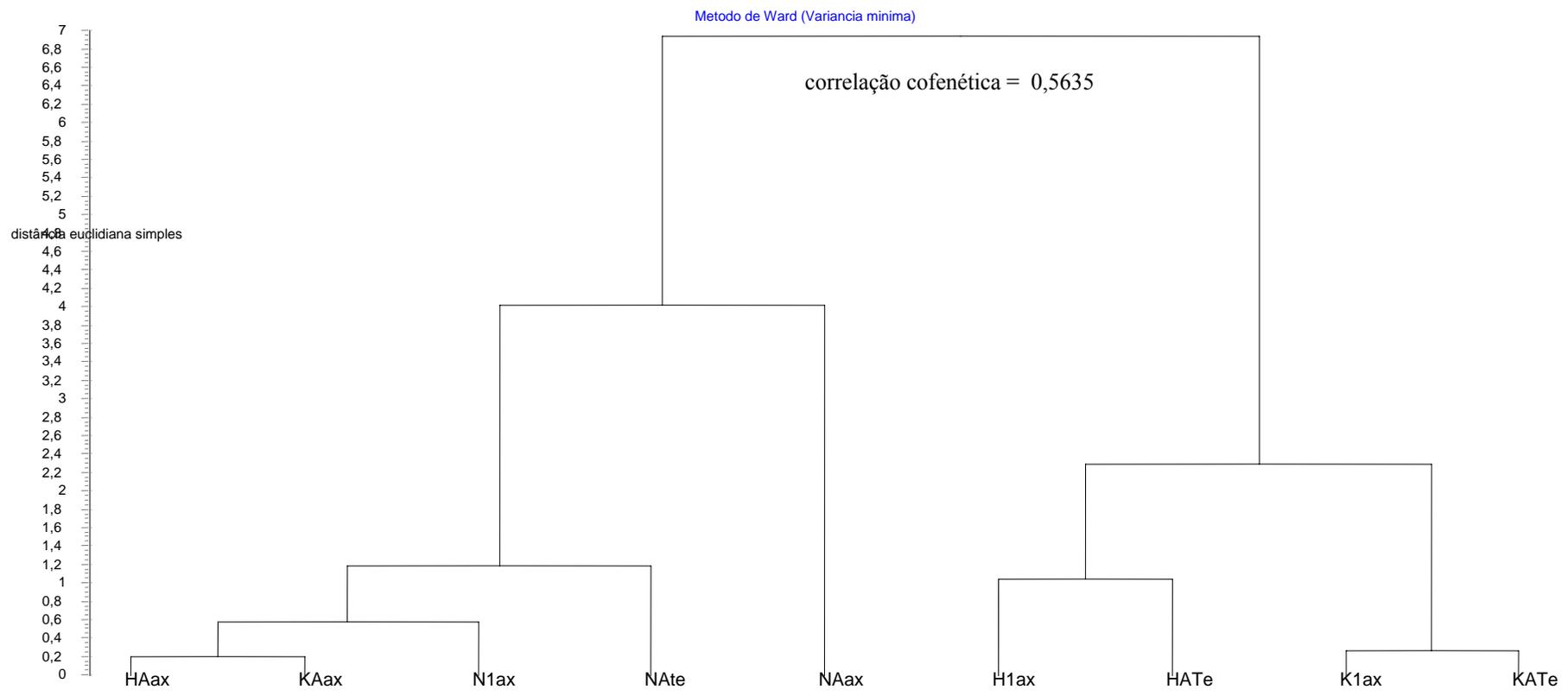


Figura 3.1 – Dendrograma de similaridade pelo método de agrupamento de Ward calculado mediante distância euclidiana simples, das dimensões de gemas de flor (peso seco e fresco das escamas e meristema e quantidade das escamas) de três cultivares de pereira japonesa (*Pyrus pyrifolia* var. *culta*) em São Joaquim, SC, em 2007, apresentando correlação cofenética de 0,5635. A primeira letra se refere a cultivar (H = Housui; K = Kousui; N = Nijisseiki); a segunda letra ao tipo de ramo (A = em ramos do ano; l = ramos de um ano) e as terceira e quarta letras ao tipo de gema (ax = axilar; ter = terminal).

Tabela 3.2 – Dimensões e peso das gemas e escamas de flor considerando três cultivares e dois tipos de ramos e de gemas, em São Joaquim, 2007 (safra 2007/2008).

Cultivar	Ramo (tipo)	Gema (tipo)	Gema		Escamas		Peso seco da gema (g)
			Diâmetro(cm)	Peso fresco (g)	nº/gema	Peso seco (g)	
Housui	Do ano	Terminal	0,580 a	0,500 ab	12,1 ab	0,018 d	0,019 c
	Do ano	Axilar	0,432 c	0,388 cd	9,8 bc	0,030 bc	0,018 c
	1 ano	Axilar	0,571 ab	0,122 f	13,0 a	0,040 a	0,020 bc
Kousui	Do ano	Terminal	0,525 abc	0,494 bc	11,0 ab	0,038 ab	0,017 c
	Do ano	Axilar	0,448 bc	0,387 d	10,0 bc	0,028 c	0,013 d
	1 ano	Axilar	0,517 abc	0,531 ab	11,2 ab	0,040 a	0,018 c
Nijisseiki	Do ano	Terminal	0,597 a	0,527 ab	9,1 bc	0,039 a	0,025 ab
	Do ano	Axilar	0,428 c	0,275 e	7,0 c	0,022 cd	0,011 d
	1 ano	Axilar	0,604 a	0,601 a	10,2 ab	0,043 a	0,028 a
CV(%)			12,97	5,61	15,70	13,42	13,51

Nota: Nas colunas, números seguidos pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

(68,6%), seguido da cv. Nijisseiki (66,9%) e cv. Kousui (65,2%). Esses valores são pouco inferiores (75%) ao obtido por Zimmerman et al. (1970) com gemas terminais de *Pyrus calleryana*, espécie diferente das cultivares aqui analisadas (*Pyrus pyrifolia* var. *culta*). A cv. Kousui apresentou menor peso médio das escamas frescas ou secas. Este fator está diretamente ligado ao menor tamanho de suas gemas florais em relação às outras cultivares, conforme mencionado anteriormente.

As escamas, por terem baixa quantidade de água em seus tecidos, atuam de forma mais eficiente na proteção dos primórdios florais das gemas às condições adversas físicas e climáticas, principalmente as relacionadas à temperatura. Durante o período avaliado, entre início de julho e setembro de 2006, em Caçador, foi observado um aumento na quantidade das escamas produzidas em todas as cultivares e tipos de gemas. Ao final da avaliação, a cv. Housui produziu a maior quantidade média de escamas (14,1), seguida pela cv. Kousui (13,9) e a cv. Nijisseiki (13,8). Considerando as três cultivares, a menor quantidade de escamas formadas ocorreu nas gemas axilares dos ramos do ano: 7,4 escamas em julho e 13,2 em setembro; já a maior quantidade de escamas ocorreu nas gemas axilares nos ramos de um ano: 10,3 em julho e 15,2 em setembro. Praticamente, em todas as observações, o número de escamas foi menor em agosto, mas aumentou no início de setembro, com exceção nas gemas axilares e terminais dos ramos do ano da cv. Housui e nas gemas terminais dos ramos do ano da cv. Kousui. Em agosto de 2006 e de 2007, foi observado que escamas da cv. Housui ficavam mais abertas e menos firmes que da cv. Nijisseiki. Nesta cultivar, geralmente as escamas eram mais firmes e entrelaçavam firmemente os primórdios florais. Em São Joaquim, em 2007, o número de escamas foi maior nas gemas terminais de ramos do ano e nas gemas axilares de ramos de um ano. Na cv. Kousui variou entre 10,0 a 11,2 escamas.gema⁻¹; na cv. Housui foi de 9,8 a 13,0 escamas e na cv. Nijisseiki, entre 7,0 e 12,2 escamas.gema⁻¹.

Comparando o número de escamas.gema⁻¹ de flor, a maior quantidade nas três cultivares analisadas ocorreu em Caçador, região com temperaturas mais elevadas que a de São Joaquim. O contrário foi registrado por Okubo (2000) em plantas de *Camelia japonica*, o qual descreve que a formação de escamas em bulbos e em gemas de plantas se deve ao fenômeno da dormência e, por isso, produzem maior quantidade de escamas (7 a 12) em regiões de clima temperado e menor quantidade (4 a 5) em regiões mais quentes. Essa contradição possivelmente está ligada à espécie de planta analisada.

Para as gemas de pereira estarem aptas a florescer, há necessidade de produzirem certa quantidade de nodos ou internós. Conforme Tromp (2005a), a quantidade de nodos ou locais de formação de folhas e escamas são aproximadamente 21, sendo este um número crítico. Dennis (2003) cita 20 a 24 nodos e Jackson (2005) cita que geralmente são 20 e cada um é composto por

folhas em formação, sendo: nove por escamas, três por folhas de transição, seis por folhas verdadeiras e três por brácteas. O número crítico de nodos na pereira cv. Comice é 20; nas pereiras japonesas situa-se em 12, enquanto em macieira é de 20 nodos na cv. Cox Orange Pippin e 16 na cv. Golden Delicious. O número de nodos pode ser menor em gemas situadas em ramos longos do que em gemas do tipo esporão. Na macieira, o número crítico de nodos para iniciar a formação de flores em gemas axilares foi de 14 a 15 e, nas gemas tipo esporão, foram 19 nodos (Denker e Hansen, 1994). Já Zhu et al. (1997) citam que a macieira necessita 15 a 16 nodos para as gemas laterais e 18 nodos em gemas tipo esporão.

Na avaliação realizada, o número de escamas avaliadas (14,1 a 13,8) foi pouco superior ao número de nodos para a pereira japonesa (12), mas inferior aos citados para a pereira de um modo geral (cerca de 20). No entanto, mesmo com menor quantidade de frio hibernal ocorrida em Caçador, nos dois anos de avaliação, a produção de nodos em Caçador foi maior que a de São Joaquim, onde o abortamento floral é menor. Isso indica que este fator não se constitui na causa principal da necrose das gemas florais.

Produção e qualidade das flores

A análise multivariada dos componentes principais (ACP) das dimensões dos órgãos florais mostrou ordenamento consistente e separado do aglomerado das flores produzidas em Caçador das produzidas em São Joaquim. A principal causa para isso se deve à maior quantidade de unidades ou horas de frio durante a vernalização em São Joaquim. O dendograma obtido (Figura 3.2), utilizando o Método das Variâncias Mínimas de Ward, distorceu menos os valores e melhor correlacionou-os para formar os agrupamentos, produzindo correlação cofenética de 0,7576.

A cv. Nijisseiki, em 2006, produziu flores com pedúnculos significativamente maiores em Caçador do que em São Joaquim, nas gemas axilares dos ramos de um ano e nas gemas terminais dos ramos de ano. A cv. Housui não apresentou diferença significativa entre os dois locais. Considerando o comportamento das cultivares somente em Caçador, as flores da cv. Nijisseiki produziram pedúnculos significativamente mais compridos (3,75cm) que os da cv. Kousui (2,59cm) e ambos se diferenciaram da cv. Housui (1,78). Em São Joaquim, o comportamento foi o contrário, pois a cv. Housui (1,72cm) produziu pedúnculos de maior comprimento, os quais diferiram significativamente da cv. Kousui (1,6cm) e ambos da cv. Nijisseiki (1,43cm) (Tabela 3.2).

No ano seguinte (2007), em São Joaquim, as flores da cv. Nijisseiki situadas nas gemas axilares dos ramos de um ano e as flores das gemas terminais dos ramos de ano produziram

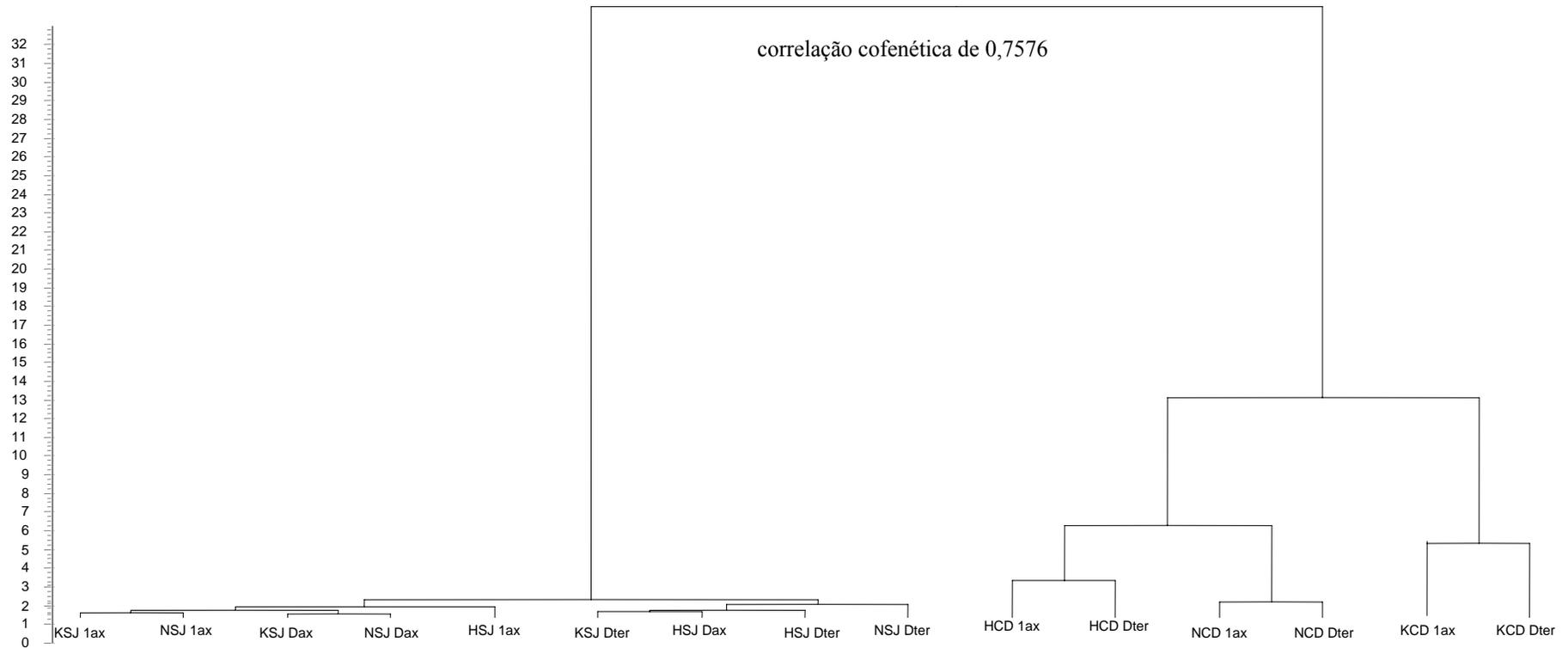


Figura 3.2 - Dendrograma obtido pelo Método de Ward das estruturas florais (comprimento e largura das sépalas; comprimento, largura e número de pétalas; comprimento e número de estames e de estigmas; diâmetro e comprimento da região de óvulo no pedúnculo e comprimento do pedúnculo) de três cultivares de pereira japonesa submetidas às condições de Caçador e São Joaquim, SC, em 2006, com correlação cofenética de 0,7576. A primeira letra se referente a cultivar (H = Housui; K = Kousui; N = Nijisseiki); as segunda e terceira letras ao local (CD = Caçador; SJ = São Joaquim); a quarta letra à localização da gema no ramo (D = em ramos do ano; 1 = em ramos de um ano) e as quinta e sexta ao tipo de gema (ax = axilar; ter = terminal).

pedúnculos significativamente mais compridos que as flores de Caçador. Já nesta cultivar as flores situadas nas gemas axilares dos ramos do ano tiveram o mesmo comprimento nos dois locais. Os pedúnculos das flores das cvs. Housui e Kousui não apresentaram diferença significativa entre si, nos dois locais avaliados (Tabela 3.3). Dentro de cada local, não ocorreu diferença significativa entre o comprimento do pedúnculo das cultivares.

No primeiro ano avaliado (2006), a formação de pedúnculos florais mais compridos em Caçador comparativamente aos pedúnculos emitidos em São Joaquim, nas cvs. Nijisseiki e Kousui não era uma característica esperada, pois, neste último local, ocorreu maior quantidade de unidades de frio durante a vernalização (Tabela 3.1). Plantas frutíferas de clima temperado, quando expostas às condições de inverno que satisfaçam suas necessidades de frio para a quebra natural da dormência, produzem flores com maior qualidade. Nesta característica, está incluído o maior comprimento do pedúnculo da flor, a qual é adotada em programas de melhoramento genético de macieira e pereira para selecionar progênes melhor adaptadas (Anísio Camilo, informação pessoal, 2007). Tendo em vista os resultados aqui obtidos, esta característica não deve ser um fator considerado no melhoramento genético da pereira japonesa quando a seleção ocorre em regiões com quantidade inferior de frio durante a vernalização, como a de Caçador.

A cv. Nijisseiki se caracteriza por produzir frutos em esporões (Faoro, 2001a). Nestas condições, suas flores muitas vezes ficam parcialmente escondidas sob as folhas, tornando mais difícil o trabalho dos insetos polinizadores. Desta forma, a indução de maior comprimento do pedúnculo das flores quando a planta é exposta às condições sub-ótimas, como ocorreu em Caçador em 2006, pode ser um fator positivo para aumentar a chance de polinização e conseqüente produção de descendentes, bem como o de expor mais os frutos aos animais dispersores, caso o processo evolutivo de seleção natural estivesse atuando. Neste caso, seleção natural é entendida como a capacidade de um genótipo deixar maior quantidade de descendentes para a próxima geração e assim aumentar a freqüência dos alelos favoráveis para uma nova condição ambiental (Ramalho et al., 2004).

Em 2006, o diâmetro da região do óvulo no receptáculo floral não diferiu significativamente entre as cvs. Housui, Kousui e Nijisseiki, nos dois locais avaliados. No entanto, independente das cultivares, a tendência foi do diâmetro ser maior nas flores produzidas em São Joaquim, indicando que as flores deste local possuem melhor qualidade (Tabela 3.3). Já em 2007, em Caçador não ocorreu diferença significativa do diâmetro da região do óvulo entre as três cultivares, considerando as flores de gemas axilares de ramo do ano e de um ano; já nas gemas terminais situadas em ramo do ano, o diâmetro foi semelhante entre as cultivares Housui e Nijisseiki, mas diferiu entre as cultivares Housui e Kousui. Neste local e considerando a cultivar Housui, suas flores das gemas terminais do ramo do ano e das gemas axilares de ramo de um ano

não diferiram entre si. Quanto à cv. Nijisseiki, não ocorreu diferença significativa do diâmetro das flores de gemas axilares em ramos de um ano entre Caçador e São Joaquim, mas ocorreu diferença significativa entre os dois locais quando se considerou as gemas terminais e as gemas axilares dos ramos do ano, apresentando o receptáculo floral maior diâmetro nas flores de Caçador (Tabela 3.4).

Em São Joaquim, não ocorreu diferença significativa no tamanho da flor aberta de gemas axilares situadas em ramos de ano e de um ano, entre as cultivares Housui, Kousui e Nijisseiki. Mas as cultivares Housui e Kousui produziram flores com maior diâmetro que as da cv. Nijisseiki nas gemas terminais do ramo de ano (Tabela 3.4). Nesse local, considerando o comportamento conjunto das flores nos três tipos de gemas, a cv. Nijisseiki produziu significativamente flores maiores que das cvs. Housui e Kousui.

No ano seguinte, em Caçador, não ocorreu diferença significativa no diâmetro das flores abertas, nos três tipos de gemas avaliadas da cv. Housui, entre Caçador e São Joaquim (Figura 3.2). O mesmo ocorreu nas flores situadas nas gemas axilares de ramo de um ano e nas gemas terminais de ramo do ano, mas houve diferença significativa entre o comprimento das flores produzidas em Caçador e São Joaquim ao considerar as flores de gemas axilares de ramos do ano. Considerando somente Caçador e o conjunto das três cultivares, não ocorreu diferença significativa entre as flores situadas nos três diferentes tipos de gema; mas, considerando somente a cv. Kousui, suas gemas axilares dos ramos de um ano e as gemas terminais dos ramos de ano produziram flores de maior tamanho. Esses resultados não confirmam a citação de (Rohrer et al., 1994), os quais dizem que quanto maior o número de flores por inflorescência menores serão os seus tamanhos. Neste caso, a cv. Kousui teria que produzir as flores de menor tamanho, já que ela produziu maior quantidade de flores.gema⁻¹ (Tabelas 4.1 e 4.2 do capítulo 4). Mas, nem sempre isto ocorreu. Assim, é possível afirmar que o tamanho ou diâmetro da flor aberta se deve mais à cultivar e ao tipo de gema, o qual pode variar de ano à ano. Mas o tamanho das flores, nos dois anos de avaliação, está em concordância à citação de (Rohrer et al., 1994) - acima de 2,5cm – e variou entre 2,52cm e 3,8cm em 2006 e entre 2,84cm e 3,42cm, em 2007.

Em 2006, o número de sépalas das flores situadas nas gemas axilares dos ramos de um ano da cv. Kousui foi significativamente maior em Caçador que em São Joaquim (Tabela 3.5). Nos demais tipos de gemas e de ramos das três cultivares, o número de sépalas não diferiu, considerando os dois locais. Somente em Caçador, a cv. Kousui produziu significativamente maior número de sépalas que a cv. Housui, mas esta não diferiu da cv. Nijisseiki. Em São Joaquim, não ocorreu comportamento diferencial entre as cultivares; mas, neste local, em 2007 e considerando as cvs. Housui e Nijisseiki, as flores situadas em gemas axilares de ramo do ano produziram significativamente maior número de sépalas que as situadas em ramos terminais do

Tabela 3.3 - Dimensões do pedúnculo, da região do óvulo no receptáculo floral e do comprimento da flor quando as pétalas estão completamente expandidas, das cvs. Housui, Kousui e Nijisseiki em diferentes tipos de gemas e de ramos, em Caçador (CD) e São Joaquim (SJ), em 2006 (safra 2006/2007).

Cultivar	Ramo (tipo)	Gema (tipo)	Local	Comprimento pedúnculo (cm)	Diâmetro receptáculo foral (cm)	Comprimento flor aberta (cm)
Housui	Do ano	Terminal	CD	2,2 bc	0,33 abcde	-
			SJ	1,8 cd	0,38 abc	2,53
	1 ano	Axilar	SJ	1,7 cd	0,40 ab	3,05 a
			CD	1,4 d	0,34 abcd	-
			SJ	1,7 cd	0,34 abcd	3,18 a
Kousui	Do ano	Terminal	CD	2,5 b	0,32 cde	-
			SJ	1,7 d	0,39 abc	2,52 b
	1 ano	Axilar	SJ	1,7 d	0,37 abc	3,00 a
			CD	2,7 b	0,33 bcde	-
			SJ	1,5 d	0,35 abcd	3,05 a
Nijisseiki	Do ano	Terminal	CD	3,6 a	0,27 e	3,07 a
			SJ	1,4 d	0,36 abc	-
	1 ano	Axilar	SJ	1,5 d	0,40 a	3,13 a
			CD	3,9 a	0,28 de	-
			SJ	1,4 d	0,32 cde	3,04 a
CV(%)				20,89	16,63	7,62

Nota: Nas colunas, números seguidos pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Tabela 3.4 – Comprimento do pedúnculo floral, diâmetro e comprimento da região do óvulo no receptáculo floral e comprimento da flor quando as pétalas se encontram totalmente expandidas, de flores das cvs. Housui, Kousui e Nijisseiki em Caçador (CD) e São Joaquim (SJ), em ramos do ano e de um ano e em diferentes tipos de gemas, em 2007 (safra 2007/2008).

Cultivar	Ramo (tipo)	Gema (tipo)	Local	Comprimento Pedúnculo (cm)	Receptáculo floral		Comprimento flor aberta (cm)
					Diâmetro (cm)	Comprimento (cm)	
Housui	Do ano	Terminal	CD	2,8 bc	0,35 a	0,40 a	3,34 ab
			SJ	2,6 c	0,36 a	0,34 abcd	3,06 abc
	1 ano	Axilar	CD	2,6 c	0,36 a	0,37 abc	3,13 abc
			CD	2,5 c	0,36 a	0,39 ab	3,23 ab
			SJ	2,3 c	0,35 ab	0,33 bcde	3,19 abc
Kousui	Do ano	Terminal	CD	2,8 bc	0,29 cde	0,32 cdef	3,02 bc
			CD	2,6 c	0,31 bcde	0,32 cdef	3,24 ab
	1 ano	Axilar	CD	2,6 c	0,34 abcd	0,32 cdef	3,34 ab
Nijisseiki	Do ano	Terminal	CD	2,7 bc	0,34 abc	0,35 abcd	3,33 ab
			SJ	4,2 a	0,27 e	0,28 ef	3,30 ab
	1 ano	Axilar	CD	2,9 bc	0,32 abcd	0,36 abcd	3,36 ab
			SJ	3,6 ab	0,26 e	0,27 f	3,42 a
			CD	2,7 bc	0,33 abcd	0,34 abcde	3,25 ab
			SJ	4,3 a	0,28 de	0,31 def	2,84 c
CV(%)				24,52	12,78	13,98	8,90

Nota: Nas colunas, números seguidos pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 3.5 - Quantidade e dimensões das sépalas de flores das cvs. Housui, Kousui e Nijisseiki em Caçador (CD) e São Joaquim (SJ), em ramos do ano e de um ano e em diferentes tipos de gemas, em 2006 (safra 2006/2007).

Cultivar	Ramo (tipo)	Gema (tipo)	Local	Sépalas			
				Número/flor	Comprimento (cm)	Largura (cm)	Área (cm ²)
Housui	Do ano	Terminal	CD	5,0 b	0,36 de	0,39 ab	0,07 ef
			SJ	5,0 b	1,04 b	0,28 d	0,15 d
	1 ano	Axilar	SJ	5,0 b	1,08 ab	0,36 bcd	0,19 abc
			CD	5,0 b	0,28 e	0,35 bcd	0,05 f
			SJ	5,0 b	1,05 ab	0,35 bcd	0,18 bcd
Kousui	Do ano	Terminal	CD	5,1 b	0,42 cd	0,42 ab	0,09 ef
			SJ	5,0 b	1,04 b	0,30 cd	0,16 cd
	1 ano	Axilar	SJ	5,0 b	1,08 ab	0,38 abc	0,20 ab
			CD	8,6 a	0,44 cd	0,44 a	0,10 e
			SJ	5,0 b	1,04 b	0,37 abc	0,18 abcd
Nijisseiki	Do ano	Terminal	CD	5,2 b	0,47 c	0,42 ab	0,10 e
			SJ	5,0 b	1,09 ab	0,38 ab	0,21 ab
	1 ano	Axilar	SJ	5,0 b	1,16 a	0,40 ab	0,23 a
			CD	5,3 b	0,47 cd	0,42 ab	0,10 e
			SJ	5,0 b	1,03 b	0,36 bcd	0,18 bcd
CV(%)				31,91	11,11	17,39	23,89

Nota: Nas colunas, números seguidos pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

ano, embora estes não tenham diferido das flores situadas nas gemas axilares dos ramos de um ano. A cv. Kousui, ao contrário da safra passada, não produziu a maior quantidade de sépalas (Tabela 3.6), possivelmente influenciada pelo maior número de horas de frio em maio e em julho/2007.

Em São Joaquim, as três cultivares produziram sépalas de maior comprimento e área que em Caçador (Tabela 3.5). Em 2006 e considerando o comportamento somente em Caçador, a cv. Nijisseiki (0,47cm) produziu significativamente sépalas de maior comprimento que a cv. Kousui (0,43cm), diferindo esta também da cv. Housui (0,32cm). Em 2007, o comprimento das sépalas das flores em São Joaquim também foi significativamente maior que em Caçador, independente da cultivar e do tipo de gema. As sépalas das flores da cv. Housui foram mais compridas quando produzidas em gemas axilares de ramos de um ano, enquanto as sépalas das flores das gemas terminais do ramo de ano foram mais compridas na cv. Nijisseiki. Esses resultados indicam que a região com inverno mais rigoroso, como a de São Joaquim, favorece a formação de sépalas com maior comprimento e área, as quais podem beneficiar a produção de fotoassimilados por proporcionarem maior área para a fotossíntese, mesmo que a quantidade seja reduzida em relação às das folhas.

Em 2006 e 2007, em Caçador, a cv. Kousui produziu significativamente maior número de pétalas que as demais cultivares (Tabelas 3.7 e 3.8). Em São Joaquim, não ocorreu diferença entre as cultivares quanto ao número de pétalas produzidas, mas em 2007 as flores produzidas nas gemas axilares de ramo do ano produziram significativamente maior quantidade de pétalas. Em 2006, a cv. Nijisseiki, tanto em Caçador como em São Joaquim produziu pétalas significativamente de maior comprimento que as da cv. Housui, sendo que as produzidas por esta cultivar não diferiu da cv. Kousui. Em 2007, em São Joaquim, as pétalas produzidas nas flores situadas nas gemas axilares de ramos de um ano tiveram comprimento significativamente maior que as das flores dos outros tipos de gema. Quanto à largura das pétalas, tanto em 2006 como 2007 em Caçador e em São Joaquim, as pétalas das flores produzidas pela cv. Nijisseiki foi significativamente mais larga que as das cvs. Kousui e Housui. Já em 2007, somente em Caçador foi detectado maior largura nas pétalas da cv. Housui, a qual diferiu da cv. Nijisseiki, e esta diferiu da cv. Kousui. Em São Joaquim, nos dois anos, as pétalas produzidas nas flores situadas na gemas axilares de um ano foram as de maior largura. No Japão, a expressão do tamanho das pétalas é diferente do obtido neste trabalho, pois as cvs. Housui e Kousui produzem pétalas grandes e pouco maiores que a da cv. Nijisseiki, sendo que a cv. Kousui produz maior número de pétalas (7,4) que as cvs. Housui e Nijisseiki (5,7) (Yasunobu, Y. –informação pessoal, 2001). O comportamento da cv. Kousui quanto à maior produção de pétalas se repetiu nos dois locais nos dois anos avaliados.

Tabela 3.6 – Quantidade e dimensões das sépalas de flores das cvs. Housui, Kousui e Nijisseiki em Caçador e São Joaquim, em ramos do ano e de um ano e em diferentes tipos de gemas, em 2007 (safra 2007/2008).

Cultivar	Ramo (tipo)	Gema (tipo)	Local	Sépalas		
				Número/flor	Comprimento (cm)	Largura (cm)
Housui	Do ano	Terminal	CD	5,00 bc	0,35 de	0,47 a
			SJ	4,93 c	0,38 bcde	0,47 ab
	Do ano	Axilar	CD	5,00 bc	0,33 e	0,41 abc
			1 ano	CD	5,00 bc	0,35 de
			SJ	5,00 bc	0,42 abcd	0,46 ab
	Kousui	Do ano	Terminal	CD	5,13 bc	0,36 cde
Do ano		Axilar	CD	5,07 bc	0,35 de	0,41 abc
1 ano		Axilar	CD	5,20 bc	0,38 abcde	0,40 bcd
Nijisseiki	Do ano	Terminal	CD	5,13 bc	0,45 a	0,41 abc
			SJ	5,30 ab	0,43 ab	0,37 cde
	Do ano	Axilar	CD	5,00 bc	0,44 a	0,38 cde
			SJ	6,00 a	0,38 abcde	0,33 de
	1 ano	Axilar	CD	5,13 bc	0,43 abc	0,39 bcd
			SJ	5,67 ab	0,39 abcde	0,32 e
CV(%)				10,67	14,24	13,65

Nota: Nas colunas, números seguidos pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 3.7 - Número e dimensões das pétalas de flores das cvs. Housui, Kousui e Nijisseiki em diferentes tipos de gemas e de ramos, em Caçador e São Joaquim, em ramos do ano e de um ano e em diferentes tipos de gemas, em 2006 (safra 2006/2007).

Cultivar	Ramo (tipo)	Gema (tipo)	Local	Pétalas		
				Número/flor	Comprimento (cm)	Largura (cm)
Housui	Do ano	Terminal	CD	5,5 cd	1,31 ab	1,21 ab
			SJ	5,0 d	1,08 e	0,88 fg
	Do ano 1 ano	Axilar	SJ	5,0 d	1,04 e	1,10 abcd
			CD	5,1 cd	1,08 e	0,93 efg
			SJ	5,0 d	1,16 cde	1,02 def
Kousui	Do ano	Terminal	CD	7,6 b	1,23 bcd	1,03 cdef
			SJ	5,0 d	1,05 e	0,85 g
	Do ano 1 ano	Axilar	SJ	5,0 d	1,14 cde	1,13 abcd
			CD	9,4 a	1,27 abc	1,07 bcde
			SJ	5,0 d	1,14 cde	1,05 cde
Nijisseiki	Do ano	Terminal	CD	7,2 b	1,27 abc	1,14 abcd
			SJ	5,0 d	1,10 de	1,12 abcd
	Do ano 1 ano	Axilar	SJ	5,0 d	1,14 cde	1,12 abcd
			CD	6,5 bc	1,37 a	1,24 a
			SJ	5,0 d	1,17 bcde	1,18 abc
CV(%)				19,67	9,27	11,22

Nota: Nas colunas, números seguidos pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 3.8 – Número e dimensão das pétalas de flores das cvs. Housui, Kousui e Nijisseiki em Caçador (CD) e São Joaquim (SJ), em ramos do ano e de um ano e em diferentes tipos de gemas, 2007 (safra 2007/2008).

Cultivar	Ramo (tipo)	Gema (tipo)	Local	Pétalas		
				Número/flor	Comprimento (cm)	Largura (cm)
Housui	Do ano	Terminal	CD	5,67 bc	1,40 ab	1,34 ab
			SJ	5,07 c	1,28 b	1,26 abc
	Do ano	Axilar	CD	6,07 bc	1,33 ab	1,26 abc
			1 ano	5,53 bc	1,36 ab	1,28 ab
	1 ano	Axilar	CD	5,53 bc	1,36 ab	1,28 ab
			SJ	5,10 c	1,31 ab	1,23 bc
Kousui	Do ano	Terminal	CD	9,00 a	1,28 b	1,12 c
	Do ano	Axilar	CD	8,86 a	1,33 ab	1,13 c
	1 ano	Axilar	CD	9,33 a	1,37 ab	1,11 c
Nijisseiki	Do ano	Terminal	CD	6,53 bc	1,39 ab	1,26 abc
			SJ	7,10 b	1,37 ab	1,34 ab
	Do ano	Axilar	CD	6,07 bc	1,40 ab	1,21 bc
			SJ	6,90 b	1,25 b	1,17 bc
	1 ano	Axilar	CD	6,13 bc	1,37 ab	1,17 bc
			SJ	6,67 bc	1,46 a	1,41 a
CV(%)				19,17	8,85	10,53

Nota: Nas colunas, números seguidos pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Segundo diversos autores (Delaplane & Mayer, 2000; Quezada e Nakasu, 2003; Jackson, 2005; Fideghelli, 2007), a flor da pereira possui cinco pétalas e igual número de sépalas, sendo por isso homoclamídeas. E esta tendência ocorreu em São Joaquim. No entanto, em Caçador, ocorreu variação no número de pétalas, fazendo com que não coincidissem com o mesmo número de sépalas.flor⁻¹. Isso indica que a exposição das plantas à temperaturas mais elevadas, com alternância diárias intensas e sub-ótimas às necessidades fisiológicas naturais das cultivares, como em Caçador, induziu a produção de maior quantidade de sépalas e pétalas. Inclusive, foi detectada correlação de 64,66% entre elas, considerando todas as cultivares e locais, no ano de 2006. Sendo as pétalas um dos atrativos aos insetos polinizadores (Delaplane & Mayer, 2000), a maior quantidade dessas pode induzir maior atratividade às flores e então aumentar a possibilidade de ser fecundada e produzir descendentes. Este parece ser um mecanismo de sobrevivência natural da espécie, já que a planta encontra-se submetida às condições de estresse. No entanto, tal reação necessita maior dispêndio de nutrientes e fotoassimilados e, por isso, pode enfraquecer o sistema fisiológico das reservas da planta, para as safras posteriores.

Em 2006, as flores situadas nas gemas axilares dos ramos de um ano e nas gemas terminais dos ramos do ano da cv. Kousui produziram significativamente maior número de pistilos (estilete + estigmas) que as demais cultivares, seja em Caçador ou em São Joaquim (Tabela 3.9). Em 2007 e em São Joaquim, as flores da cv. Kousui voltaram a produzir maior número de pistilos quando situadas nas gemas axilares dos ramos do ano e de um ano, mas não para as flores de gemas terminais em ramos do ano (Tabela 3.10). Analisando o comportamento das cultivares somente em Caçador e nos dois anos avaliados, a cv. Kousui foi a que significativamente produziu maior número de pistilos.

Ao se verificar as diferenças climáticas que existem entre as regiões de Caçador e de São Joaquim, é possível sugerir que as variações nas dimensões das estruturas florais foram afetadas pela quantidade de horas ou unidades de frio durante a vernalização. O aumento no número das estruturas florais pode acarretar maior gasto energético e nutricional para a flor e induzir desordens fisiológicas ou comprometer seu desenvolvimento normal. Tal situação pode estar relacionada à ocorrência de elevada taxa de abortamento das gemas nas regiões com menor quantidade de frio durante a vernalização, como as de Caçador e Pelotas.

Normalmente, em Caçador, as flores da cv. Kousui produziram 6,5 pistilos.flor⁻¹ (Tabelas 3.9 e 3.10). Este valor situou-se acima dos dois a cinco pistilos.flor⁻¹ citados por Quezada e Nakasu (2003) e Baugher (2003) e está de acordo com a citação de Tromp (2005b), em que altas temperaturas afetam a formação das flores e podem induzir a formação de pistilos duplos e aumentar o número de lócus do ovário. Isto evidencia a expressão de maior variabilidade desta cultivar e pode ser um indicativo de que ela apresenta melhor aptidão à seleção natural para adaptação às condições adversas existente em Caçador, pois quanto maior o número de pistilos, maior será a área estigmática para a adesão dos grãos de pólen, aumentando a chance de maior

Tabela 3.9 - Quantidade e comprimento dos pistilos (estilete+ estigma) e das anteras de flores de pereira japonesa das cvs. Housui, Kousui e Nijisseiki em Caçador (CD) e São Joaquim (SJ), em ramos do ano e de um ano e em diferentes tipos de gemas, em 2006 (safra 2006/2007).

Cultivar	Ramo (tipo)	Gema (tipo)	Local	Pistilos		Anteras	
				Número/flor (nº)	Comprimento (cm)	Número/flor	Comprimento (cm)
Housui	Do ano	Terminal	CD	5,0 b	0,62 cde	24,4 bc	0,51 bcd
			SJ	5,0 b	0,51 def	20,1 e	0,46 cde
	1 ano	Axilar	SJ	5,0 b	0,52 def	19,9 e	0,50 bcde
			CD	5,0 b	0,49 f	22,7 cd	0,45 de
			SJ	5,0 b	0,58 def	20,5 de	0,48 cde
Kousui	Do ano	Terminal	CD	6,5 a	0,77 ab	29,6 a	0,40 e
			SJ	5,0 b	0,50 ef	19,7 e	0,50 bcd
	1 ano	Axilar	SJ	5,0 b	0,55 def	20,2 de	0,48 bcde
			CD	6,3 a	0,71 bc	29,0 a	0,46 cde
			SJ	5,0 b	0,52 def	19,9 e	0,47 cde
Nijisseiki	Do ano	Terminal	CD	5,3 b	0,83 a	25,3 b	0,58 ab
			SJ	5,0 b	0,53 def	19,5 e	0,44 de
	1 ano	Axilar	SJ	5,0 b	0,62 cd	20,1 de	0,48 cde
			CD	5,2 b	0,83 a	25,0 bc	0,64 a
			SJ	5,0 b	0,55 def	20,1 e	0,55 abc
CV(%)				7,33	15,31	9,16	16,21

Nota: Nas colunas, números seguidos pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 3.10 – Quantidade e comprimento dos pistilos (estilete + estigma) e das anteras de flores das cvs. Housui, Kousui e Nijisseiki em Caçador (CD) e São Joaquim (SJ), em ramos do ano e de um ano e em diferentes tipos de gemas, em 2007 (safra 2007/2008).

Cultivar	Ramo (tipo)	Gema (tipo)	Local	Pistilos		Anteras	
				Número/flor (n°)	Comprimento (cm)	Número/flor	Comprimento (cm)
Housui	Do ano	Terminal	CD	5,0 b	0,66 e	25,0 defg	0,57 abc
			SJ	5,0 b	0,71 cde	21,5 g	0,53 cd
	1 ano	Axilar	CD	5,1 b	0,62 e	23,5 efg	0,55 bcd
			SJ	5,0 b	0,64 e	25,2 def	0,59 abc
Kousui	Do ano	Terminal	CD	5,0 b	0,70 de	21,9 g	0,53 cd
			SJ	5,9 b	0,78 bcd	30,1 ab	0,44 e
	1 ano	Axilar	CD	6,9 a	0,83 ab	32,3 a	0,49 de
Nijisseiki	Do ano	Terminal	CD	6,9 a	0,81 abc	32,2 a	0,50 de
			SJ	5,2 b	0,87 ab	29,2 abc	0,62 ab
	1 ano	Axilar	CD	5,8 b	0,87 ab	26,1 cde	0,60 abc
			SJ	5,1 b	0,86 ab	26,5 ce	0,63 a
			SJ	5,5 b	0,86 ab	23,9 defg	0,58 abc
CV(%)				13,34	9,55	10,15	11,45

Nota: (CD): Caçador; (SJ): São Joaquim. Nas colunas, números seguidos pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

número de tubos polínicos crescerem, fecundarem a flor e produzirem maior número de descendentes (sementes), como ocorreu em 2006 (Tabela 4.1 do Cap. 4). Já as temperaturas mais amenas de Caçador não induziram produção significativamente maior do número de pistilos nas cvs. Housui e Nijisseiki. Isso indica que conforme a cultivar, temperaturas mais elevadas durante a vernalização podem desencadear processos fisiológicos que aumentam o número de pistilos.

Flores da cv. Nijisseiki, quando submetidas às condições de Caçador e nos dois anos de avaliação, produziram significativamente pistilos (estigma + estilete) de maior comprimento que os da cv. Kousui e ambas diferiram da cv. Housui, que apresentou o menor comprimento. Em São Joaquim, nos dois anos, as flores das gemas axilares do ano e de um ano produziram significativamente pistilos de maior comprimento. Neste local, em 2007, as cvs. Nijisseiki e Kousui produziram pistilos mais compridos que os da cv. Housui.

As três cultivares produziram maior número de anteras em Caçador do que em São Joaquim. Em 2006 a cv. Kousui apresentou a maior quantidade (29,9 a 29,6 anteras.flor⁻¹) e diferiu significativamente das demais (Tabela 3.9), ocorrendo praticamente o mesmo em 2007 (30,1 a 32,3 anteras.flor⁻¹) (Tabela 3.10). Radice et al. (2004), trabalhando com pessegueiro, afirmam que o porta-enxerto pode influenciar o comprimento do pistilo e a quantidade de estames. Mas este fator possivelmente não foi o indutor do aumento do número de pistilos, pois nos dois locais as plantas estavam enxertadas sobre portas-enxertos de vigor semelhante. Desta forma, pode-se creditar o efeito da menor quantidade de horas de frio como o principal indutor do aumento do número de anteras, em Caçador. E, mais uma vez, a cv. Kousui se destacou ao apresentar a maior produção de anteras.flor⁻¹, o que aumenta a probabilidade da dispersão de sua carga genética.

Considerando somente os dados de São Joaquim em 2007, as flores da cv. Kousui situadas nos diferentes tipos de gemas produziram maior quantidade de anteras que nas duas outras cultivares e somente não diferiu das flores da cv. Nijisseiki produzidas nas gemas terminais dos ramos de ano.

Em São Joaquim, em 2006 (safra 2006/2007), não ocorreu diferença entre os comprimentos das anteras das cvs. Nijisseiki, Housui e Kousui. E, na safra seguinte, considerando somente as cvs. Nijisseiki e Housui, somente ocorreu diferença significativa entre o comprimento das anteras das flores axilares situadas em ramos de um ano (Tabelas 9 e 10).

Quanto ao comprimento das anteras em Caçador, nos dois anos avaliados, foi geralmente maior nas flores das cvs. Nijisseiki e Housui, as quais geralmente diferiram significativamente da cv. Kousui. A cv. Kousui apresentou anteras de comprimento alternado, ficando as menores mais inclinadas ao interior da flor e as maiores, mais retilíneas. Nesta cultivar, os sacos polínicos

situados nas anteras maiores geralmente mudaram mais precocemente sua coloração avermelhada para acinzentada, indício de que a deiscência do pólen ocorreu primeiramente nestes. Isso indicou que a exposição da planta à locais com menor quantidade de horas de frio durante a vernalização e com temperaturas mais elevadas por ocasião do florescimento, afeta o crescimento das anteras.

O período de vernalização com menor quantidade de unidades de frio induziu a formação de maior quantidade de anteras/flor que as 20 anteras citadas por Rohrer et al. (1994) e Fideghelli (2007). Mas foi semelhante às 20 a 30 anteras citadas por Quezada e Nakasu (2003) e Baugher (2003). Foi detectada correlação positiva de 65,0% entre o número de pistilos e o número de anteras por flor, bem como correlação positiva de 61,3% entre o número de anteras e o número de pétalas/flor, em 2006. Haskell (1954) cita que o mesmo gene que afeta o número de estames pode apresentar efeito pleiotrópico sobre os estiletos. Este efeito e essas correlações positivas estão ligadas às ações dos genes homeóticos envolvidos nas rotas de formação das estruturas florais, já que a formação dos pistilos e das anteras tem participação conjunta dos genes SEP e AG (AGAMUS). Na formação das anteras e das pétalas tem participação conjunta os genes AP3 (apétala 3), PI (PISTILLATA) e SEP; enquanto na formação das pétalas tem participação conjunta os genes AP1 (APETALA 1) e AP2 (APETALA 2) (Taiz & Zeiger, 2004; Zeevaart, 2007).

Em São Joaquim, em 2006, a cv. Nijisseiki produziu as maiores flores, considerando o comprimento das pétalas totalmente expandidas. As flores das gemas terminais dos ramos de ano e das gemas axilares dos ramos de um ano produziram flores maiores que as flores das gemas axilares do ano. E, as flores situadas nas gemas terminais de ramos do ano das cvs. Housui e Nijisseiki foram maiores que as da cv. Kousui. Ou seja, ocorreu tendência da cv. Kousui produzir flores de menor tamanho.

A cv. Kousui produziu maior quantidade de pétalas, estigmas e anteras por flor. Isso é uma característica positiva na atratividade de insetos polinizadores e, por isso, aumenta sua chance para ser polinizada e aumentar o número de descendentes. E foi o que ocorreu nesta cultivar, pois destacou-se das demais por apresentar a maior taxa de fixação de frutos. No entanto, outros fatores podem estar envolvidos nesta característica, tais como a maior taxa de crescimento do tubo polínico e a maior taxa de fertilização (características não avaliadas nesse trabalho), ou mesmo maior taxa de partenocarpia. Quanto ao comprimento das anteras, dentro das variações detectadas (Tabelas 3.9 e 3.10), parece que este fator não teve influência em proporcionar maior taxa de fecundação, já que a cv. Kousui, em Caçador, geralmente produziu flores com os menores comprimentos e apresentou as melhores taxas de fertilidade.

3.4- Conclusões

Regiões com menor quantidade de frio que o exigido pela espécie induz alterações na expressão das estruturas florais.

Cultivar com gemas de maior tamanho, peso fresco e seco ou com maior diâmetro transversal não é garantia da formação de maior quantidade de gemas de flor.planta⁻¹ ou mesmo maior número de flores.gema⁻¹.

Plantas cultivadas em temperaturas mais amenas (Caçador) produzem maior número de escamas.gema⁻¹ de flor. Gemas axilares em ramos de um ano produzem maior número de escamas.gema⁻¹.

O comprimento do pedúnculo das flores não é um fator de seleção indicativo de melhor adaptação em programas de melhoramento genético da pereira japonesa em regiões com quantidade insuficientes de horas de frio durante a vernalização (cerca de $450 \leq 7,2^{\circ}\text{C}$).

A cv. Nijisseiki produz flores de maior tamanho e há tendência da cv. Kousui produzir as de menor tamanho. Clima mais frio, como o de São Joaquim, favorece a formação de sépalas com maior área.

Clima mais ameno (Caçador) favorece a formação de flores com maior quantidade de sépalas, pétalas, maior número e comprimento dos estigmas e maior número de anteras. Nesta condição, as flores nem sempre são homoclamídeas (igual número de pétalas e sépalas).

Em clima mais ameno, a cv. Kousui produz maior quantidade de pétalas, pistilos (estigma + estilete) e anteras.flor⁻¹ do que as cvs. Housui e Nijisseiki.

Há correlação positiva entre o número de sépalas e pétalas, entre número de pistilos e de anteras e entre o número de anteras e de pétalas.

FENOGRAMAS E INTENSIDADE DE FLORAÇÃO DA PEREIRA JAPONESA NO SUL DO BRASIL

4.1 - Introdução

O florescimento é influenciado por diferentes fatores, os quais podem ser reunidos em três grandes grupos: a) fatores ecológicos ou ambientais; b) características da cultivar; c) técnicas de cultivo. Nas espécies da subfamília Maloideae, como a pereira e a macieira, raras são as pesquisas que tem apontado o fotoperíodo como fator de relevância para a floração (Tromp, 1984), mas a temperatura é apontada como o fator mais importante (Dennis, 2003). Leite (2005) verificou que é comum em regiões com clima mais ameno, como o de Caçador, ocorrer uma menor brotação e o florescimento iniciar mais tardiamente e ser mais prolongado e heterogêneo do que nas regiões mais frias, como a de São Joaquim. Tromp (2005b) destaca que a temperatura tem extrema importância nas sete primeiras semanas após a floração, sendo que exposição a 16°C proporcionou 50 a 66% de florescimento e, a 22°C, somente 26 a 32% de florescimento. Conforme Palmer et al. (2003), outro fator que pode reduzir a produção de flores.gema⁻¹ é a ocorrência de temperaturas elevadas (25°~27°C) durante o verão, possivelmente devido a alocação de carboidratos da planta para os ramos e raízes e não para as gemas de flor.

No período de vernalização, a planta fica dormente. Neste estágio de desenvolvimento das plantas decíduas não há crescimento visível de qualquer estrutura que contenha meristema. É um estado de atividade reduzida ou de paralisia, podendo ocorrer um lento desenvolvimento de um tecido específico da planta, como nas gemas (Camelatto, 1990). A dormência é um fenômeno localizado, podendo ocorrer numa gema ou numa parte da planta e noutra não (Erez, 2000). Nem todos os mecanismos genético-fisiológicos relacionados com a dormência são completamente conhecidos.

A endodormência é a fase de repouso ou dormência verdadeira e é a mais importante para propiciar uma floração adequada, sendo que nesta fase as gemas não tem a atividade induzida (brotação) por práticas culturais, tais como a poda e desfolhação (Faquim et al., 2007). Nesta fase, as estruturas da planta cessam o crescimento ao perceberem sinais externos ou internos, como a redução da temperatura ao final do outono e início do inverno e é regulada por fatores fisiológicos internos.

Temperaturas elevadas afetam de modo negativo o início da endodormência e podem resultar em floração deficiente, especialmente quando ocorrem temperaturas mais altas e a planta já possui certo acúmulo de horas de frio. Isso, aparentemente, é o que se observa nas condições do Sul do Brasil. McPherson et al. (1997) citam que temperaturas mais altas durante o inverno causam atraso para o final da dormência. Por exemplo, no quivizeiro, o aumento de 1°C sobre a temperatura média mensal, considerando acima dos 9°C, proporcionou um atraso de sete dias para cessar a dormência. Já temperaturas inferiores a 9°C não afetaram a dormência.

A fase final da dormência é designada como ecodormência, onde as gemas somente não se desenvolvem ou brotam caso encontrem condições ambientais desfavoráveis, como baixas temperaturas. Essa fase inicia quando algum(s) fator ambiental afeta o metabolismo geral da planta, como temperaturas mais altas, falta d'água e falta de oxigênio. Ou seja, é afetada por fatores externos. Assim, satisfeita a quantidade de frio durante a endodormência, o aumento da temperatura pode rapidamente favorecer o início da brotação, sendo que, para isso, os ramos necessitam absorver 80% de seu requerimento de frio antes da respiração aumentar (Jackson, 2005).

No processo artificial de seleção conduzido pelo homem, foram selecionadas novas cultivares mantendo a elevada exigência em horas ou em unidades de frio durante a vernalização, como nas três cultivares utilizadas neste trabalho: 'Housui', 'Kousui' e 'Nijisseiki'. Isso evidencia o efeito benéfico das regiões onde há maior quantidade e qualidade de frio (Chen et al., 2000). Diversas pesquisas têm mostrado diferentes requerimentos para uma mesma cultivar cessar a endodormência (Sherman e Crocker, 1982; Camelatto *et al.*, 2001b; Tamura et al., 2002), possivelmente devido à forma de avaliação e ao método experimental adotado ou aos órgãos expostos ao frio e a faixa ou temperatura utilizada.

O uso de escala baseada nos estádios fenológicos das gemas de flor é citado por diversos autores (Marodim, 1998; Masseron & Trillot, 1991; Alexandre et al., 2001; Fideghelli, 2007) e utilizada como referencial em diversas práticas culturais, tais como na aplicação de micronutrientes (Silva, 2001), hormônios (Soares et al., 2003), agrotóxicos, quebra artificial da dormência, raleio, polinização e cruzamento manual.

Em trabalhos para avaliar as variações qualitativas e quantitativas na morfologia, fisiologia ou mesmo na genética da floração, os estádios fenológicos das gemas floríferas pode causar informações imprecisas. Um exemplo é a citação de Herter et al. (2007), onde as escalas fenológicas de gemas floríferas não tem gerado consenso sobre a época mais adequada para a aplicação de fitoreguladores para superar a dormência. O motivo é que a alteração na data de floração é um fator sujeito à influência da quantidade de horas de frio durante o inverno, as quais variam entre diferentes anos e locais. A isto se soma a reação diferencial de cada cultivar devido a complexidade genética que atua nesta fase da planta.

Sobierajski et al. (2007) citam que a escala fenológica para os diferentes estádios da gema já é de uso comum e é indispensável para estudos da polinização e cruzamentos controlados. Mas, não foi encontrada literatura que descreva uma escala fenológica específica para as diferentes fases fenológicas específica para a flor, seja para a pereira ou para outras espécies de rosáceas. A importância desta escala se reveste na necessidade de melhor detalhar diversos fatores morfofisiológicos inerentes à floração, como a produção e a qualidade do pólen e do néctar. Por exemplo, pode ser observado que uma gema no estágio “F” apresenta flores em diferentes fases: umas fechadas, outras na antese e outras já abertas. Logo, uma informação relacionada a este estágio “F”, embora indique razoavelmente um estágio fenológico, não serve para indicar a precisa situação de todas as flores existentes na gema, já que elas não apresentam uma mesma característica morfofisiológica. Assim, é importante o desenvolvimento de escalas mais detalhadas em que seja fácil e possível relacionar as variações fisiológicas e genéticas com as variações morfológicas.

Pesquisa desenvolvida por Wrege *et al.* (2007) demonstrou que caso ocorra o previsto pelo “Relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas” (IPPC, 2007), o aquecimento global trará alterações profundas na região do Sul do Brasil. Eles citam que para não reduzir a área de plantio das espécies frutíferas de clima temperado será necessária a obtenção de cultivares com temperatura de base mínima de 13°C e não mais de 7,2°C, além de tolerar temperaturas mais altas e períodos maiores de estiagem. Por isso, é importante avaliar as modificações fenológicas induzidas pela exposição das plantas à temperaturas mais elevadas durante a vernalização, objetivo deste trabalho. Para isso, foi avaliado o comportamento de diferentes cultivares de pereira japonesa quando exposta às condições climáticas em dois locais: um com temperaturas amenas (Caçador) e outro com maior quantidade de horas ou unidades de frio durante a vernalização (São Joaquim). Para isso, foi adaptada uma escala dos estádios fenológicas das gemas e foi criada uma escala para as fases fenológicas das flores (“3Fx”).

4.2 - Material e métodos

As ações de pesquisa foram desenvolvidas em 2006 e 2007, nas Estações Experimentais de Caçador (EECD) e de São Joaquim (EESJ), ambas da EPAGRI e situadas em Santa Catarina.

Foram montados dois fenogramas da floração. Um foi baseado na literatura e considerou os diferentes estádios de desenvolvimento das inflorescências (gemas de flor) (Figura 4.1). O outro foi criado por esta pesquisa e considerou as diferentes Fases Fenológicas da Flor (“3Fx”) numa gema floral (Figura 4.2). Para melhor entendimento didático, cada um dos dois fenogramas foi dividido em classes e estas, respectivamente, em estádios ou fases sequenciais de desenvolvimento. Para cada uma delas foi relacionada uma fotografia, considerando observações obtidas nas cvs. Housui, Kousui, Nijisseiki e Yali. Tendo como base esses fenogramas, foi obtida a duração média de cada fase, em dias, nos dois locais e nas três cultivares estudadas.

Para verificar a produção de flores nas gemas, a fixação de frutos no estádio J e na colheita e o número de sementes viáveis por fruto, foram marcadas 100 (cem) gemas quando estas recém iniciaram a emissão das flores, considerando para isto os estádios C3 a D. A percentagem de fixação foi obtida da relação entre o número de gemas com flores e o número de gemas com frutos. Os frutos das três cultivares foram colhidos em 07/02/2008. A avaliação e retirada de sementes foi realizada em 01/04/2008.

A intensidade de floração foi obtida de duas formas. Na primeira, foram marcadas ao acaso 100 (cem) gemas potencialmente florais (gemas bem desenvolvidas e grandes), sejam terminais ou axilares. Diariamente ou a cada dois dias foram anotadas as gemas com a primeira flor aberta, considerando o estádio F. Desta escala, foram obtidas as três fases da floração: início da floração quando 10% das gemas apresentam pelo menos uma flor aberta no estádio F; a plena floração quando 70% das gemas atingem o estádio F; e para o final da floração quando 90% das gemas atingem o estádio F.

Em paralelo, foram avaliadas, diariamente, as fases fenológicas das flores considerando a escala 3Fx da Figura 4.2, em 10 flores por cultivar e por local. Para obter as três fases principais da “floração estimada” foi considerada a fase inicial da floração citada anteriormente (quando 10% das gemas apresentam pelo menos uma flor aberta no estádio F). A plena floração foi obtida somando o número de dias do estádio F anterior até o estádio F2 (quando 70% das gemas atingem o estádio F2); e, para o final da floração, foi somado os dias do estádio F até o estádio G (quando 90% das gemas atingem o estádio G).

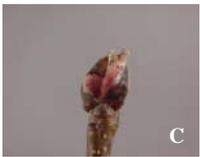
Classes	Estádios Fenológicos das Gemas de Flor			
GEMA (brotação)				
BROTO DE FLOR (emissão de flores)				
FLORAÇÃO (polinização)				
FRUTIFICAÇÃO (formação de frutos)				

Figura 4.1 – Estádios fenológicos de gemas de flor de pereira, divididos em quatro classes, sendo: **GEMA**: **A**= gema dormente; **B**= gema inchada e sem expor os tecidos; **C**= iniciando a abertura das brácteas e expondo o tecido avermelhado; **C3**= orelha de rato: exposição dos primeiros órgãos internos da gema; **BROTO DE FLOR**: **D**= aparecimento dos botões florais, estando ainda unidos e sem a presença de folhas; **D3**= saída dos botões florais, estando pelo menos um fora da gema; **E** = botões florais separados, estando todos fora da gema e ainda pequenos, rosados e fechados, podendo as folhas estar estendidas; **E2**= pelo menos um botão com pétalas brancas bem expandidas e pouco anterior a sua antese (estádio de “balão”), podendo ainda os demais botões florais estar pequenos; **FLORAÇÃO**: **F**= início da abertura das flores, estando pelo menos uma em antese (aberta). É considerado início da floração quando 10% das gemas florais atingem este estágio; plena floração quando 70% atingem este estágio e final de floração quando 90% atingem este estágio; **F1**= a maior parte das flores encontram-se abertas, podendo alguns botões florais estar fechados; **F2**= todas as flores encontram-se abertas e a última recém teve sua antese (é considerada plena floração quando 70% das gemas florais encontram-se neste estágio); **G**= a gema apresenta todas as flores abertas e uma ou algumas apresentam pelo menos uma pétala caída e eventualmente há intumescimento de algumas corolas, sendo considerado final de floração quando 90% das gemas encontram-se neste estágio. **FRUTIFICAÇÃO**: **H** = quando mais de 90% das flores da gema ficam sem pétalas; **H1**= quando todas as flores da gema ficam sem pétalas; **I**= frutificação efetiva, ficando a corola com 1 a 2cm de diâmetro, sendo que nesta fase pode ser iniciado o raleio de frutos; **J**= os frutos atingem 3 a 5cm de diâmetro. (Fotografias: Ivan D. Faoro)

Classes	Fases Fenológicas da Flor (“3Fx”)		
Flor fechada	 3F1	 3F2	 F3
Flor aberta e a maioria dos sacos polínicos avermelhados	 3F4	 3F5	 3F6
Flor aberta com ou sem pétalas e a maioria ou todos os sacos polínicos enegrecidos	 3F7	 3F8	 3F9

Figura 4.2- Classes e Fases Fenológicas da Flor (“3Fx”) de pereira, sendo: **3F1**) botão floral rosado e recém emergido da gema (relacionada aos estádios “E e E2” da gema de flor); **3F2**) botão floral pouco rosado e com crescimento aproximado da metade da distância do ápice da flor em fase balão (relacionada aos estádios “E2 e F” da gema de flor); **3F3**) botão floral em fase “balão”, imediatamente antes de sua antese (relacionado aos estádios “F e F2” da gema de flor); **3F4**) botão de flor recém aberto e as pétalas ainda curvadas (relacionado aos estádios “F e F2” da gema de flor); **3F5**) botão floral com pétalas bem estendidas e todos os sacos polínicos avermelhados (relacionado aos estádios “F2 e G” da gema de flor); **3F6**) botão floral com pétalas bem estendidas com três até a metade dos sacos polínicos pretos (relacionada aos estádios “F2 e G” da gema de flor); **3F7**) botão floral com pétalas bem estendidas e com mais da metade ou todos os sacos polínicos pretos (relacionada aos estádios “F2 e G” da gema de flor); **3F8**) botão floral com uma ou algumas pétalas caídas e todos os sacos polínicos enegrecidos (relacionada aos estádios “G e H” da gema de flor); **3F9**) botão floral sem pétalas e todos os sacos polínicos enegrecidos (relacionada aos estádios “G e H” da gema de flor). (Fotografias: Ivan D. Faoro)

Foi classificada a forma de abertura das flores nos racimos, considerando três classes, conforme Dibuz (1998) e Benedek (2003): a) *centrípetalas ou acrópetalas*: primeiro abrem-se as flores externas e por último as internas; b) *centrifugas*: primeiro abrem-se as flores internas e por último as externas; c) *divergentes ou intermediárias*: alguma inflorescência da mesma planta tem primeiro as flores internas abertas e outras inflorescências as externas.

Foi considerada semente viável as totalmente desenvolvidas no fruto (Tassinari et al., 2004), ou seja, as que não estão chochas e que possuam substâncias de reservas suficientes para germinarem.

Os dados foram avaliados por análise de agrupamentos com técnica multivariada de similaridade/dissimilaridade, considerando o método hierárquico aglomerativo (Método de Ward) e a Análise de Componentes Principais (ACP) (Cruz, 2005; Dias, 2006). Para isso, foi utilizado o programa computacional Fitopac 1.6 (Shepherd, 2007).

4.3 - Resultados e Discussão

Produção de gemas florais

Na safra 2006/2007, em São Joaquim, as cvs. Housui e Kousui produziram maior percentagem de gemas florais.planta⁻¹, de flores.gema⁻¹, de gemas com frutos e maior fixação de frutos na colheita, além de maior quantidade de frutos com sementes e de sementes.fruto⁻¹, comparativamente quando cultivadas em Caçador (Tabela 4.1). A cv. Nijisseiki, em Caçador, apresentou 100% dos frutos com sementes viáveis e maior número de sementes.fruto⁻¹ (2,9) que as outras cultivares, indicando inexistência de partenocarpia nesta cultivar.

Na safra seguinte (2007/2008), em relação à safra passada, o número de gemas florais.planta⁻¹ aumentou nos dois locais, chegando a 100% em São Joaquim e praticamente o mesmo em Caçador, em todas as cultivares. O número de flores.gema⁻¹ aumentou em todas as cultivares, mais que o dobro na maioria delas, nos dois locais. Em Caçador, a percentagem de frutos com sementes viáveis aumentou nas cvs. Housui e Kousui e diminuiu na cv. Nijisseiki, enquanto o número de sementes viáveis.fruto⁻¹ foi semelhante nas duas safras mas apresentando a cv. Nijisseiki o maior número (Tabela 4.2). De modo geral, a safra 2007/2008 proporcionou melhores características produtivas às plantas que a safra anterior, embora Marodin (1998) cite que mesmo plantas adultas apresentando até 50% das gemas florais sem flores, a produtividade pode ser satisfatória a elevada, variando de 40 a 100 t/ha.

Tabela 4.1 – Número de flores/gemas e de gemas com frutos e número de sementes viáveis/fruto de pereira das cultivares Housui, Kousui e Nijisseiki, em Caçador (CD) e São Joaquim (SJ), SC, 2006 (safra 2006/2007).

Cultivar	Local	Gemas com flor/planta (%)	Flores por gema (n°)	Gemas com frutos			Fixação frutos na colheita ⁽¹⁾ (%)	Frutos c/ sementes viáveis (%)	Sementes viáveis por fruto (n°)
				“J” (%)	n° frutos estádio J”	na colheita (%)			
Housui	SJ	87,0	2,1	42,0	1,3	42,0	29,2	19,6	0,3
	CD	34,0	1,8	12,0	1,2	11,0	14,0	1,0	0,1
Kousui	SJ	93,0	4,1	-	-	33,0	12,7	37,5	0,6
	CD	53,0	2,9	39,0	2,1	24,0	53,0	5,6	0,1
Nijisseiki	CD	34,0	2,1	20,0	1,3	14,0	36,0	100,0	2,9

(1): número de frutos/número de flores

(-): dados não coletados

Tabela 4.2 – Número de flores/gemas e de gemas com frutos e número de sementes viáveis/fruto de pereira das cultivares Housui, Kousui e Nijisseiki, em Caçador (CD) e São Joaquim (SJ), SC, 2007 (safra 2007/2008).

Cultivar	Local	Gemas com flor/planta (%)	Flores por gema (n°)	Fixação frutos estágio “J” ⁽¹⁾ (%)	Gemas com frutos		Fixação frutos na colheita ⁽¹⁾ (%)	Frutos c/ sementes viáveis (%)	Sementes viáveis por fruto (n°)
					“J” (%)	n° frutos estádio J”			
Housui	SJ	100,0	6,3	-	-	-	-	-	--
	CD	99,0	3,1	47,1	74	1,5	36,0	18,9	0,1
Kousui	SJ	100,0	9,9	-	-	-	-	-	-
	CD	100,0	12,2	42,0	100	5,2	34,0	3,0	1,3
Nijisseiki	SJ	100,0	2,6	-	-	-	-	-	-
	CD	100,0	4,3	40,5	65	1,1	26,0	9,8	2,1

(1): número de frutos/número de flores.

(-): dados não coletados.

No primeiro ano, a região mais fria (São Joaquim) foi a que proporcionou um maior número de gemas com flores, o que está de acordo com Jonkers (1984) ao obter menor formação de gemas florais quando a temperatura durante o dia era alta (25°C) e a temperatura noturna baixa (9°C ou 13°C), fator mais semelhante às condições de Caçador que de São Joaquim.

A ocorrência de maior quantidade de frio nos meses de maio e junho, em Caçador, no segundo ano, aumentou tanto a porcentagem de gemas florais produzidas como também o número de flores.gema⁻¹ em relação ao primeiro ano, variando entre 1,8 e 2,9 flores.gema⁻¹ em 2006 e entre 2,6 e 12,2 na safra seguinte. Nos dois anos, a cv. Kousui foi a que produziu o maior número de flores por inflorescência (Tabelas 4.1 e 4.2). Esumi *et al.* (2007) citam que a quantidade de flores formadas é essencial para a produtividade do pomar pois, segundo Kudo & Harder (2005), os insetos (*Bombus* spp.) visitam maior quantidade de flores por inflorescência em espécies que produzem mais flores. O primeiro autor cita que gemas florais de pereira produzem oito a dez flores.gema⁻¹ no Japão, enquanto Fideghelli (2007) cita cinco a 15 flores na Itália e Tromp (2005) sete a oito flores. Desta forma, com exceção da cv. Kousui na segunda safra, o número de flores.gema⁻¹ ficou abaixo do esperado, tanto na região mais amena (Caçador) como na mais fria (São Joaquim). No entanto, os resultados observados estão de acordo com McPherson *et al* (1997), os quais citam que a maior produção de gemas florais por planta ocorrem em regiões mais frias ou em anos mais frios.

Fixação de frutos e produção de sementes

Nos dois anos avaliados, a menor taxa de fixação dos frutos no estádio “J” foi 13% na cv. Kousui, em São Joaquim. Na safra 2007/2008, em Caçador, a redução na fixação dos frutos entre o estádio “J” e a colheita foi de 59,9% na cv. Housui, 75,8% na cv. Nijisseiki e 92,9% na cv. Kousui. Isto resultou numa baixa fixação de frutos na colheita, sendo que somente 3,0% das gemas florais fixaram frutos na cv. Kousui; 9,8% na cv. Nijisseiki; e 18,9% na cv. Housui. MacGregor (1976) cita que a fertilização de cada óvulo no ovário não é essencial para o desenvolvimento do fruto, mas a produção de seis a sete sementes.fruto⁻¹ proporciona boa taxa de fixação. Logo, a baixa quantidade de sementes ou o grande percentual de frutos sem sementes possivelmente foi a causa da redução da quantidade de frutos entre o estádio “J” e a colheita, nos dois locais avaliados. Na pereira, cálculos da fixação de frutos quando realizados no estádio “J” mostraram que não são confiáveis, pois superestimaram a produtividade. Portanto, deve-se verificar a fixação dos frutos após o estádio “J” ou pouco antes da colheita.

O maior número de sementes viáveis por fruto foi produzido pela cv. Nijisseiki em Caçador, tanto na safra 2006/2007 (2,9 sementes) como na safra 2007/2008 (2,1 sementes). Este fator pode estar relacionado à fatores genéticos inerentes à cultivar e pela maior disponibilidade de pólen no início de sua floração, já que nesta fase as flores das cvs. Housui e Kousui se encontravam, respectivamente, na plena e no final da floração. Na safra 2006/2007, estas duas últimas cultivares apresentaram menor quantidade de sementes viáveis em Caçador que em São Joaquim, possivelmente decorrente do efeito benéfico da maior quantidade e qualidade do frio durante a vernalização em São Joaquim (Tabela 4.1), na safra 2007/2008. No entanto, nesta safra a quantidade de sementes.fruto⁻¹ continuou baixa (0,1 a 2,1 sementes) em Caçador (Tabela 4.2).

Outros fatores que devem ser considerados na intensidade de brotação e da floração são o manejo da planta e o porta-enxerto utilizado. As plantas das três cultivares analisadas nesta pesquisa foram enxertadas sobre *Pyrus calleryana* D-6 em Caçador e sobre *Pyrus betulaeifolia* em São Joaquim. Embora esses porta-enxertos sejam pouco exigentes em frio e por isso possam influenciar positivamente a brotação da cultivar copa (Jackson, 2005), apresentam o inconveniente de induzir grande vigor e dominância apical às plantas (Faoro & Brighenti, 2006; Faoro 2001a) e podem resultar numa menor intensidade de floração, principalmente em cultivares japonesas com gemas florais tipo lamburda e brindila, como as cvs. Housui e Kousui (Honty et al., 2004). Já a cv. Nijisseiki se mostra mais exigente em unidades de frio por apresentar esporões como estrutura floral, o que não é desejável para o cultivo em regiões de clima mais quente, segundo Dennis (2000).

Ramos de menor comprimento necessitam menos frio para brotar que ramos longos (Jackson, 2005), o mesmo ocorrendo com as gemas da metade inferior dos ramos de um ano. Essa situação é uma das explicações para a melhor indução à floração que os porta-enxertos ananizantes proporcionam às plantas.

O efeito da dormência é localizado nas gemas, mas pode mover-se através dos ramos ou enxertos. Por isso, em regiões de clima mais quente, como Caçador, o uso de porta-enxertos ananizantes e com menor exigência em frio hibernal são fatores positivos à melhor brotação e florescimento das plantas, maior precocidade produtiva e produtividade (Perazzolo, 2008). Segundo estudos desenvolvidos por Denardi (2002) na macieira, porta-enxertos ananizantes anteciparam o início da floração, da frutificação e da colheita, além de melhorarem a qualidade dos frutos.

Em 2006 e 2007, nos dois locais avaliados, as cultivares Housui, Kousui e Nijisseiki apresentaram inflorescências com abertura das flores em forma centrípeta (=centrípetala ou acropétala). Ou seja, as flores abriram-se da periferia para o centro do racimo, o que confirma a

citação de Fidegelli (2007). Dibuz et al. (1998) citam que as flores com abertura centrípeta apresentam maior longevidade das flores, o que tornou o oferecimento do néctar viável por mais tempo e aumentou o período de visita das abelhas polinizadoras e a fixação de frutos (Benedek (2003).

Esse fato chamou a atenção para a cv. Kousui, mesmo também sendo centrípetas as cvs. Housui e Nijisseiki. Isso porque a cv. Kousui foi a que proporcionou maior número de frutos fixados no estágio J, nos dois anos avaliados e nos dois locais. Uma explicação plausível poderia ser a maior duração do período de floração. Mas, não foi o que ocorreu, pois em 2006 ela teve maior duração em São Joaquim e não em Caçador. E, em 2007, foi o contrário, tendo maior duração em Caçador mas não em São Joaquim. Logo, esta característica apresenta pouca probabilidade de ser um dos motivos que permite melhor fixação de frutos por parte da cv. Kousui. Possivelmente, nesta maior percentagem de fixação estejam envolvidos diversos outros fatores, tais como maior produção de néctar e pólen, maior atratividade da flor devido ao odor do néctar, maior quantidade de flores por inflorescência ou mesmo algum fator genético que influencie o crescimento do tubo polínico.

Necessidade de frio

A necessidade do plantio da pereira em regiões mais frias se deve à sua origem, possivelmente das regiões montanhosas do sudoeste da China e que escaparam da glaciação (Webster, 2005). Nessas condições, a espécie foi submetida à seleção natural, a qual agiu no sentido de cessar seu crescimento e entrar em repouso durante o inverno (vernalização), tornando-a apta a sobreviver em condições climáticas inóspitas e com baixas temperaturas.

Em 2006 (safra 2006/2007), a quantidade de unidades de frio (UF) entre maio e 30 de setembro pelo Método Carolina do Norte Modificado, foi de 1.036 UF em Caçador e 2.140 UF em São Joaquim. O número de horas de frio (HF) $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$ pelo Método Unrat Modificado, foi 430 HF em Caçador e 983 HF em São Joaquim. Em Caçador, quantidade de HF acima da média ocorreu somente no primeiro mês de vernalização: maio (Tabela 4.3).

No ano seguinte (2007) e considerando os meses de maio até setembro, em Caçador ocorreu menor quantidade de UF (880) e maior número de HF (550) que no ano anterior, o mesmo ocorreu em São Joaquim com as UF (1.770 + UF de setembro) e HF (859). A região de São Joaquim teve a melhor distribuição de frio durante o período de vernalização, recebendo quantidade superior à média no primeiro ano e inferior à média, no segundo ano. Neste local, a quantidade de UF e HF foi praticamente o dobro dos valores de Caçador, nos dois anos

avaliados. Em Caçador, as maiores quantidades de HF e UF ocorreram no início (maio) e ao final (julho) da vernalização (Tabela 4.3).

Considerando que a cv. Housui requer 721 horas de frio (HF) $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$ (Nishimoto et al., 1995) e a cv. Kousui 756 HF (Nishimoto e Fujisaki, 1995) ou 936,5 HF (Gemma, 1995) durante a vernalização, verifica-se que as condições climáticas de São Joaquim, nos dois anos, atenderam as necessidades naturais para a superação natural da dormência dessas cultivares. O mesmo não ocorreu em Caçador.

A maior necessidade de horas de frio citada anteriormente por Gemma (1995) para a cv. Kousui pode ser explicada pela citação de Jackson (2005), na qual uma mesma cultivar quando plantada numa menor latitude, ou seja, numa região mais próxima à linha do Equador e por isso mais quente, pode não entrar em dormência profunda. Neste caso, ela necessita menor quantidade de horas de frio para cessar a dormência. Um exemplo é a cv. Yali, que quando cultivada na Latitude 30°N necessitou 365 a 480 horas para sair da dormência, mas, quando cultivada na Latitude 45°N , necessitou 900 a 1400 horas de frio.

Em Caçador, o fator diferencial entre os dois anos foi a maior quantidade de HF nos meses de maio e julho, no segundo ano, e não só em maio como ocorreu no primeiro ano. Essas quantidades foram superiores à média dos últimos 35 anos (Tabela 4.3). Por isso, no ano onde o inverno iniciou (maio) e terminou (julho) com maior rigor, a floração foi de melhor qualidade. Ou seja, para a fisiologia da dormência das plantas de pereira quando submetidas às condições sub-ótimas de intensidade de frio, como ocorre em Caçador, foi mais eficiente a planta receber uma forte sinalização em HF no início (abril~maio) e no final da dormência (julho). Neste caso, pouco importou se ocorreu pouca quantidade de frio no mês de junho. Esta questão adquire maior relevância ao se verificar que no mês de agosto de 2007, em Caçador, a temperatura foi alta e provocou a perda de algumas UF já acumuladas (-80 UF) pela planta, mas sem prejudicar a melhor floração obtida neste ano. Apesar de essa constatação estar embasada somente na observação de dois anos, os dados evidenciam que para haver melhor floração é importante a planta receber, pelo menos, maior quantidade possível de frio no início (maio) e no final (julho) da dormência. Esse comportamento pode estar ligado ao fato de que o frio mais intenso no início da dormência sinaliza de forma mais abrupta e provoca mais rapidamente a redução do metabolismo e crescimento da planta (Veríssimo et al., 2004).

Há falta de um modelo mais adequado para melhor informar a expectativa da época e da qualidade de floração da pereira. Neste trabalho, os dados coletados pelo modelo Unrat Modificado registrou maior quantidade de HF acumuladas no ano de 2007 e menor em 2006,

Tabela 4.3 – Número mensal de horas de frio hibernal (hs) $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$ pelo Método de Unrat Modificado (MUM-HF) e de unidades de frio (UF) pelo Método de Shaltout e Unrath Modificado (=Carolina do Norte Modificado: CNM-UF), em Caçador (CD) e São Joaquim (SJ), SC, em 2006 e 2007.

Método	Ano	Local	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro		Total (até)	
							15 Set	30 Set	15/set	30/set
MUM (HF $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$)	2006	CD	129	43	102	89		76		439
		SJ	358	150	69	202		204		983
	2007	CD	141	106	228	60		15		550
		SJ	225	162	297	175				859
	Média de 35 anos em CD ⁽¹⁾		109	138	152	104		55		558
	Média de 36 anos em SJ ⁽²⁾		162	189	231	181		175		933
CNM (UF)	2006	CD	460	183	149	147	21	97	960	1.036
		SJ	835	427	254	254	73	308	1905	2140
	2007	CD	314	148	328	128	-42	-80	876	880
		SJ	549	368	446	407			1.770 +15 set	1.770 +30 set
	Média de 35 anos em CD ⁽³⁾		232	257	269	169	73	121	1.000	1.048
	Média de 37 anos em SJ ⁽⁴⁾		469	423	423	363	171	351	1.849	2.029

Fonte: José Luiz Petri/Epagri-Estação Experimental de Caçador, 2008, informação pessoal.

enquanto o Método Carolina do Norte Modificado (CNM) produziu menor quantidade de UF em 2007 que em 2006 (Tabela 4.3). Em junho, o modelo Unrat Modificado registrou menor quantidade de frio em 2006 que em 2007, enquanto no modelo CNM foi ao contrário, registrando menor quantidade em 2007 que em 2006. Portanto, tendo ocorrido melhor floração no ano de 2007, o Método Unrat Modificado foi o modelo mais adequado para descrever a resposta da pereira ao período de vernalização.

Muitos destes modelos citados são designados para uso quase que exclusivo em algumas cultivares e num certo tipo de frutífera, além de serem desenvolvidos para locais onde a temperatura durante a vernalização é mais constante quando comparada às condições sul brasileiras, onde a amplitude térmica diária e a variação entre os dias são intensas. Por isso, o uso generalizado de modelos, sem adequações ao ambiente local e a espécie ou determinada cultivar em estudo, nem sempre é indicado.

Dadas de floração

Segundo Faoro e Brighenti (2006), em São Joaquim a floração da cv. Housui inicia aproximadamente em 08 de Setembro e das cvs. Kousui e Nijisseiki entre 04 e 12 de Setembro, respectivamente. Estes autores citam que, considerando os dados médios de diversos anos, o início do florescimento de todas as cultivares, em Caçador, é mais tardio que em São Joaquim.

As diferenças entre o início da floração são ocasionadas pelas diferenças climáticas entre as duas regiões e entre a variação das temperaturas de ano para ano, o que é normal para as frutíferas. Segundo Petri (2002b), na macieira, a diferença do início da floração entre essas duas mesmas regiões situa-se entre 10 e 15 dias.

Nesta pesquisa, a diferença entre o início da floração nas duas regiões foi menor para a cv. Housui (quatro dias em 2006 e 2007) e maior para as cvs. Kousui (23 dias em 2006 e quatro dias em 2007) e Nijisseiki (27 dias em 2006 e quatro dias em 2007). Embora em 2007 o número de UF tenha sido inferior à 2006 mas não as HF, a ocorrência de maior quantidade de HF em maio e julho provavelmente foram os principais fatores que diminuíram o período do início da floração entre os dois locais.

Em 2006, a cv. Housui iniciou a floração antes das cvs. Kousui e Nijisseiki, tanto em Caçador como em São Joaquim. A cv. Nijisseiki iniciou a floração 12 dias após o início da floração da cv. Housui em São Joaquim e 35 dias em Caçador. Em 2007, as cvs. Housui e Kousui iniciaram juntas a floração e a cv. Nijisseiki floresceu sete dias mais tardiamente que estas duas, tanto em Caçador como em São Joaquim. Nos dois anos, o florescimento iniciou

antes em São Joaquim (Tabela 4.4), o que está de acordo com Dennis (2003) ao citar que em condições de frio insuficiente a floração é mais tardia. Logo, embora exista alguma contradição (Molion, 2007), com a expectativa do aumento da temperatura global e principalmente das temperaturas mínimas (Marengo, 2006; Gargnelutti Filho et al., 2007; Silveira et al., 2007; Siqueira et al., 2007; Steinmetz et al., 2007; Werege, 2007) pode-se prever, ao longo dos anos deste século XXI, o atraso do início da floração da pereira.

Para Soltész (1996a), o início do florescimento expressa a melhor diferença genética entre as espécies e também entre as cultivares quanto à adaptação climática. Isto explica o comportamento das cvs. Housui e Kousui, que diferiram menos entre si e mais com a cv. Nijisseiki, tanto na região de Caçador como na de São Joaquim. A cv. Nijisseiki se mostrou mais exigente em horas de frio para sair da dormência. As duas primeiras cultivares floresceram antes que a Nijisseiki, mas geralmente após 15 de setembro. Esta data é importante para a recomendação de cultivares, pois a partir desse período há menor possibilidade da ocorrência de geadas em Caçador. Por isso, é considerada como data limite mínima para avaliar e indicar as melhores cultivares quanto à floração. Caso a floração ocorra em agosto, é indício de que a cultivar possui pouca exigência em unidades de frio e apresenta florada precoce, ficando suas flores sujeitas a eventuais danos físicos ocasionados por geadas tardias. Se o florescimento inicia em outubro e a plena floração ocorre ao final de outubro ou início de novembro, a cultivar é considerada tardia.

A maior quantidade de horas de frio durante a dormência das plantas em 2007, em Caçador, possivelmente foi fator indutor principal para que as datas da plena e final da floração fossem antecipadas em relação às de 2006. McPherson et al. (1997) e Alexandre et al. (2001) verificaram que em invernos amenos a plena floração é mais tardia que quando os invernos são suficientemente frios e saciam a necessidade natural em horas de frio exigida pela cultivar. Herter et al. (2001c) complementam ao citar que quanto maior o período de frio durante a vernalização mais rápido será a brotação (e floração) após as gemas serem expostas à temperaturas mais elevadas.

Face à pereira proporcionar, em Caçador, floradas longas e muitas vezes de difícil quantificação da plena e do final de floração, optou-se por avaliar indiretamente essas características, obtendo assim os dados da Tabela 4.4. No primeiro ano, em 2006, o período entre o início e o final da floração foi mais longo nos dois locais avaliados, comparativamente ao segundo ano. Nesse primeiro ano, a duração da floração foi maior na cv. Housui (53 dias em Caçador e 32 dias em São Joaquim), seguida pela da cv. Kousui (46 dias e 27 dias, respectivamente) e pela cv. Nijisseiki (41 dias e 26 dias, respectivamente).

Tabela 4.4 – Datas, considerando três percentagens da floração, e datas corrigidas do início (estádio F), da plena (estádio F2) e do final (estádio G) da floração de três cultivares de pereira japonesa durante dois anos, em Caçador (Cd) e São Joaquim (Sj) e respectivos ciclos de duração.

Ano	Local	Cultivar	Datas por % de floração				Datas corrigidas da floração				Diferença (B – A)
			10%	70%	90%	Ciclo A (dias) ¹	Início	Plena	Final	Ciclo B (dias) ¹	
2006	Cd	Housui	06/09	06/10	26/10	47	06/09	09/10	29/10	53	06
		Kousui	04/10	06/11	13/11	39	04/10	10/11	20/11	46	07
		Nijisseiki	11/10	13/11	16/11	35	11/10	16/11	22/11	41	06
		Média				40				47	06
	Sj	Housui	02/09	14/09	26/09	24	02/09	20/09	04/10	32	08
		Kousui	11/09	23/09	28/09	17	11/09	30/09	08/10	27	10
		Nijisseiki	14/09	19/10	30/10	16	14/09	25/10	10/11	26	10
		Média				19				28	09
2007	Cd	Housui	19/09	16/09	01/10	12	19/09	01/10	08/10	19	07
		Kousui	19/09	24/09	26/09	07	19/09	27/09	01/10	13	06
		Nijisseiki	26/09	01/10	10/10	14	26/09	01/10	18/10	22	08
		Média				11				18	07
	Sj	Housui	15/09	20/09	26/09	11	15/09	26/09	04/10	19	08
		Kousui	15/09	19/09	26/09	11	15/09	26/09	06/10	21	10
		Nijisseiki	22/09	28/09	30/09	08	22/09	08/10	13/10	21	13
		Média				10				20	10

(1) Número de dias entre o início e final da floração.

No segundo ano, o período da floração foi reduzido drasticamente para todas as cultivares, tanto em Caçador como em São Joaquim: na cv. Housui, do início ao final da floração a duração foi de 19 dias nos dois locais; na cv. Kousui durou 13 e 21 dias, respectivamente; e na cv. Nijisseiki durou 22 e 21 dias, respectivamente. Isto pode indicar que em 2007 a quantidade de frio ocorrida em Caçador foi suficiente para equipará-la à região mais fria de Santa Catarina: São Joaquim. Em Caçador, a redução do período entre o início e o final da floração, comparativamente entre 2006 e 2007, foi de 71,7% na cv. Kousui, 64,2% na cv. Housui e 46,3% na cv. Nijisseiki. Em São Joaquim, foi de 40,6% na cv. Housui, 22,2% na cv. Kousui e 19,2% na cv. Nijisseiki.

O menor período de floração em regiões frias está de acordo com a citação de McGregor (1976), exemplificando que em regiões frias dos EUA a floração da macieira dura somente nove dias. Na pereira, Delapane & Mayer (2000) citam duração de três a sete dias, enquanto White et al. (1990) citam que na Nova Zelândia o período da floração nas cvs. Kousui e Housui situa-se em 12 dias e, na cv. Nijisseiki, em 15 dias. Na Itália, Fideghelli (2007) cita duração entre 10 e 14 dias. Embora esses autores não citem a metodologia utilizada para a obtenção desses dados, estes períodos são inferiores aos obtidos nesta pesquisa, tanto em São Joaquim como em Caçador. Mesmo considerando que a região de São Joaquim apresenta melhores condições climáticas para o cultivo da pereira no Brasil, sua comparação com os locais citados anteriormente no exterior, demonstra que seria necessário maior quantidade e maior qualidade do frio hibernal. Já a região de Caçador situa-se próximo ao limite das condições climáticas mínimas requeridas por cultivares de alta qualidade e de elevada exigência em horas de frio hibernal, como é o caso das três utilizadas neste trabalho. Isso demonstra que em condições com quantidade de horas de frio próxima ou mesmo semelhante à exigida pela cultivar, a duração do período de floração é menor e as cultivares com maior exigência em frio tendem a apresentar floração similar às cultivares com menor necessidade de frio. Já em condições onde a quantidade de horas de frio não são suficientes, o período da floração é maior.

Escalas fenológicas

Considerando que diversas regiões onde a pereira é cultivada apresentam diferentes condições ambientais e que estas condições estão se alterando principalmente quanto à redução do número de horas com temperaturas mínimas, também as plantas alteram seus processos fisiológicos. Então, torna-se fundamental estabelecer escalas adequadas tanto para os estádios fenológicos das gemas florais como para as fases fenológicas das flores (“3Fx”), as quais possam

ser utilizadas por diferentes cientistas nas mais diferentes condições, mas que exemplifiquem de forma eficiente e eficaz a situação que se encontra a gema ou a flor. Isso pode ser observado nas Tabelas 4.5 e 4.6. Em 2006, a duração dos estádios F, F2 e G das cvs. Housui, Kousui e Nijisseiki foi maior em São Joaquim que em Caçador. A menor duração foi apresentada pela sub-classe “floração”, seguida pela “broto de flor” e “frutificação”. Em Caçador, a maior duração deu-se no início (estádios C e C3) e no final (estádios H, I e J) do processo da floração. Em São Joaquim, o comportamento diferiu de Caçador, tendendo apresentar maior duração nos estádios intermediários D, E, E2 e F, seguido pelo estádio J. Em 2007, em Caçador, a situação foi contrária à de 2006, pois os estádios de maior duração foram os do final do ciclo (H e I). Em São Joaquim foi mantida a tendência do ano anterior, mas com redução da duração dos estádios de “Broto de Flor” e de “Floração” (Tabela 4.6).

A análise multivariada dos componentes principais (PCA) da duração dos estádios fenológicos das gemas de flor agrupou os dados obtidos com as três cultivares estabelecidas em Caçador nos anos de 2006 e 2007. As variáveis geradas pelas três cultivares em São Joaquim, em 2006, ficaram dispersas, mas o dendograma obtido pelo Método de Ward permitiu que as variáveis produzidas pelas cvs. Kousui e Housui apresentassem similaridade maior entre si que as da ‘Nijisseiki’ (Figura 4.3). Foi possível separar o aglomerado maior em três grupos distintos: dois das cultivares de São Joaquim e de Caçador em 2007, mais um terceiro das cultivares de Caçador, em 2006. Isso mostra que em 2007 a maior quantidade de frio proporcionou comportamento mais próximo às cultivares de São Joaquim. As cultivares deste local apresentaram menor duração nos estádios F2, G, E e D. Já o aglomerado de Caçador, em 2006, mostrou que elas apresentaram menor duração nos estádios F, E2 e também D. A dispersão das cultivares de São Joaquim, em 2006, indica que a ‘Nijisseiki’ apresentou maior duração do estádio D, F, e E2, enquanto as cvs. Housui e Kousui tiveram maior duração dos estádios F2, E, D e G. Assim, em 2006, as condições climáticas influenciaram as cultivares em São Joaquim apresentarem maior comprimento (em dias) nos diversos estádios fenológicos. Já as cultivares em Caçador, também em 2006, foram induzidas a terem estádios com menor quantidade de dias. Já em 2007, quando as condições climáticas propiciaram frio em quantidade adequada, o comprimento dos estádios fenológicos foi menor nos dois locais.

Tabela 4.5 - Duração média (dias) entre as classes e os estádios fenológicos das gemas de flor de três cultivares de pereira japonesa, em Caçador (CD) e São Joaquim (SJ), SC, 2006 (safra 2006/2007).

Cultivar - Local	Duração por classe e estágio fenológico (dias)						Soma
	Transição	Broto de flor ²	Transição	Floração	Transição	Frutificação	
	C3 - D	D - D3 - E - E2	E2 - F	F - F1 - F2 - G	G - H	H - H1 - I - J	
Housui -SJ	2,9	12,3	2,5	8,1	2,3	16,2	36,6
Housui-CD	1,1	6,6	1,5	5,8	3,3	-	-
Kousui -SJ	4,6	14,2	3,0	10,1	4,4	20,8	45,1
Kousui-CD	1,9	8,8	1,8	6,8	4,0	14,0	29,6
Nijisseiki -SJ	10,3	24,9	7,3	12,8	4,8	14,8	52,5
Nijisseiki-CD	2,7	6,5	1,0	5,6	-	-	-

(-): dados não coletados.

Tabela 4.6 - Duração média (dias) entre os estádios fenológicos das gemas das flores de três cultivares de pereira japonesa, em Caçador (CD) e São Joaquim (SJ), SC, 2007 (safra 2007/2008).

Cultivar e Local	Duração por classe e estágio fenológico (dias)						Soma
	Transição	Broto de flor	Transição	Floração	Transição	Frutificação	
	C3 - D	D - D3 - E - E2	E2 - F	F - F1 - F2 - G	G - H	H - H1 - I - J	
Housui -SJ	1,6	6,5	3,1	7,5	2,1	-	-
Housui -CD	1,3	6,3	2,0	7,1	3,9	34,5	55,1
Kousui -SJ	1,6	9,1	2,9	6,4	2,0	-	-
Kousui -CD	1,5	7,6	3,4	8,2	5,9	47,2	73,8
Nijisseiki-SJ	2,2	9,9	1,9	5,6	1,9	-	-
Nijisseiki-CD	2,0	7,5	1,4	5,7	4,0	41,0	61,6

(-): dados não coletados.

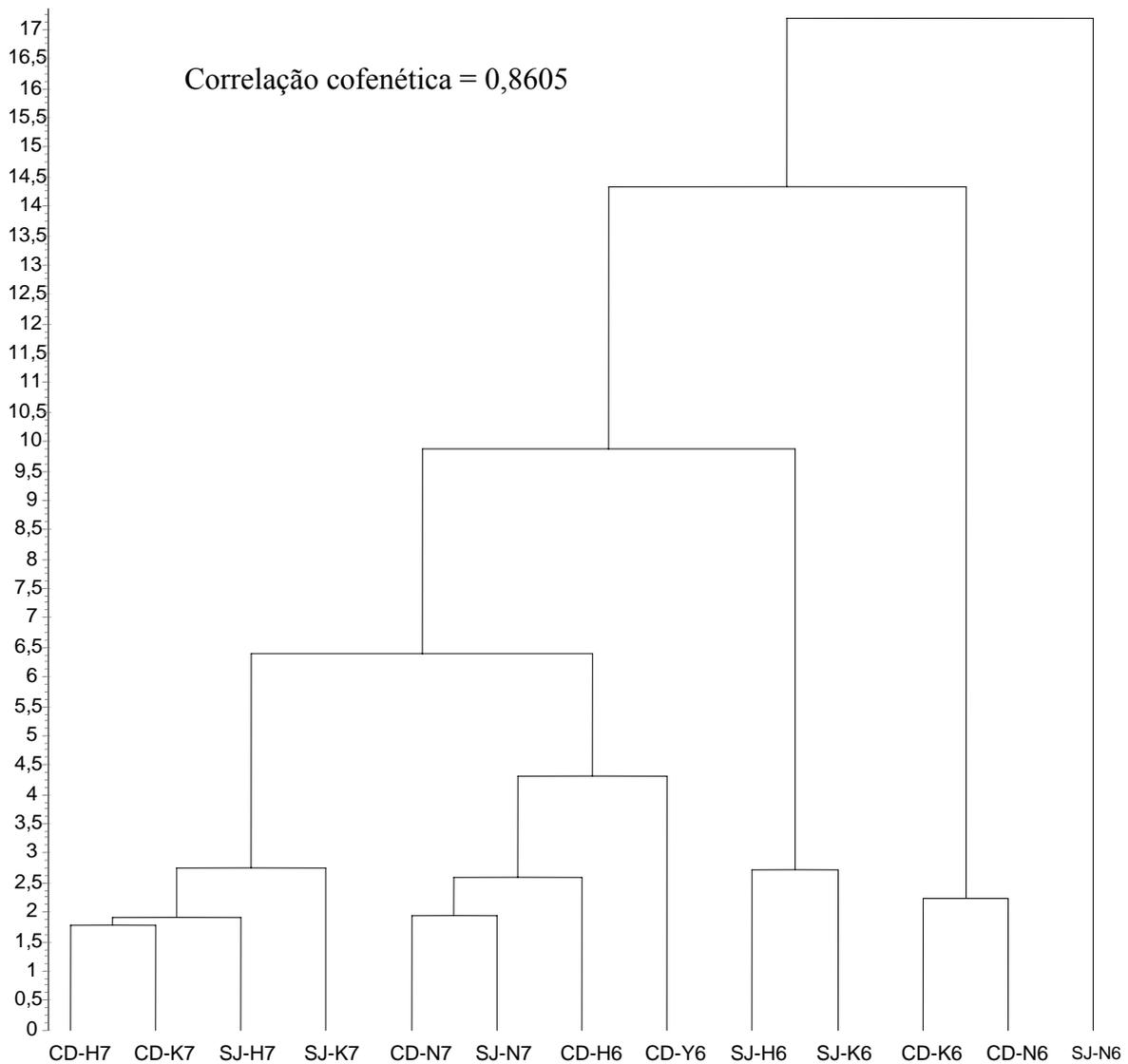


Figura 4.3 – Dendrograma obtido por distância euclidiana simples utilizando o Método de Ward com correlação cofenética de 0,8605, mostrando a duração média (dias) de alguns dos estádios fenológicos das gemas de flor (C3, D, E, E2, F, F2, G) das cultivares de pereira japonesa Housui (H), Kousui (K), Nijisseiki (N) e Yali (Y), em Caçador (CD) e São Joaquim (SJ), SC, nos anos de 2006 (6) e 2007 (7).

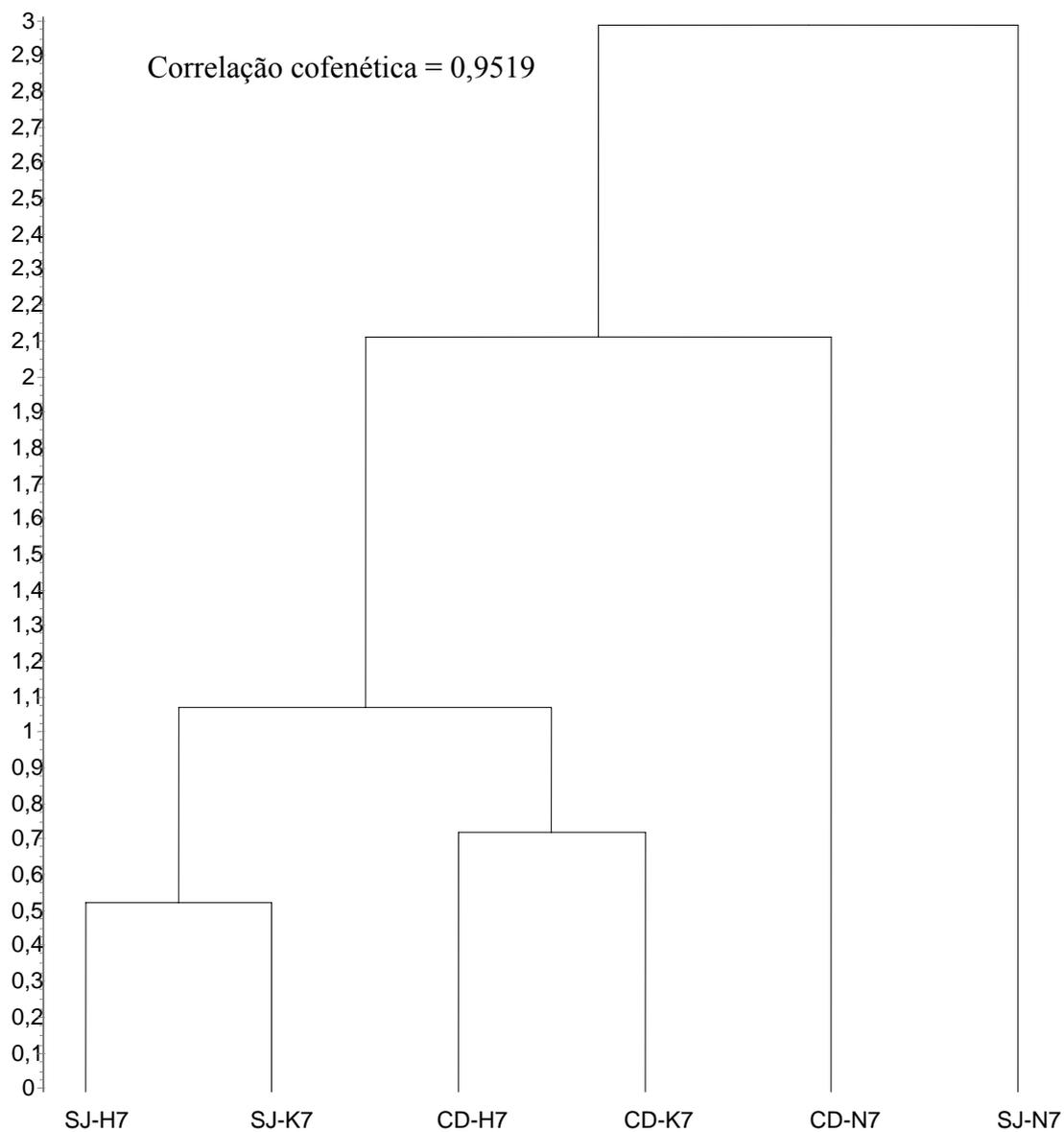


Figura 4.4 – Dendrograma obtido por Distância Euclidiana Simples e utilizando o Método de Ward, com correlação cofenética de 0,9519, mostrando análise multivariada da duração das fases fenológicas da flor (3F_x) sem considerar as fases 3F₁, 3F₄ e 3F₉ das cultivares de pereira japonesa Housui (H), Kousui (K) e Nijisseiki (N) cultivadas em Caçador (CD) e São Joaquim (SJ), SC, em 2007.

A escala das “Fases Fenológicas da Flor” (“3Fx”) proposta para a pereira (Figura 4.2) objetivou o acompanhamento evolutivo detalhado das diferentes fases características da flor. Essa escala, ao utilizar variações morfológicas facilmente observáveis da flor, torna mais consistente e didático o referencial das informações obtidas, sendo possível relacionar às fases fenológicas a diversos quesitos, tais como processos celulares não visíveis, como a síntese de hormônios, períodos de receptividade e de estruturas inter ou intracelulares, além da duração de tempo (dias, horas ou minutos) de cada fase e a quantidade e qualidade na produção de diversos componentes florais, como o néctar e pólen. Logo, os mais diversos temas a serem estudados podem ser facilmente “ligados” às fases da flor e assim permitir que diferentes cientistas, em qualquer parte do mundo, tenham como referencial uma mesma identificação. Escalas florais semelhantes à esta, mas menos detalhadas, já foram criadas para outras espécies, como por exemplo a desenvolvida por Galetto et al.(1994) para *Prostegia venusta*.

Foi realizada análise multivariada dos componentes principais das fases fenológicas da flor (3Fx), considerando o ano de 2007 e desconsiderando as fases 3F1, 3F2, 3F4 e 3F9 por que elas não agregaram informações para melhor definir o agrupamento entre cultivares (Figura 4.4).

Foi obtido um aglomerado compreendendo somente as cultivares submetidas às condições climáticas de Caçador, o que indicou semelhança de comportamento entre elas e evidenciou que a duração (em dias) das fases 3F2 e 3F3 foi maior quando comparadas às de São Joaquim, mas menor nas fases 3F5, 3F7 e 3F8. No entanto, as três cultivares de São Joaquim apresentaram maior dispersão em seu comportamento, tendo a ‘Nijisseiki’ maior duração nas fases 3F2 e 3F8; a Kousui com maior duração nas fases 3F5, média duração nas 3F8 e 3F6 e menor na 3F3; enquanto a ‘Housui’ teve maior duração nas fases 3F6 e 3F5.

Os dados citados nas Tabelas 4.5 e 4.6 e no dendograma (Figuras 4.4) mostram que as cvs. Kousui e Housui, tanto em Caçador como em São Joaquim, apresentaram maior similaridade entre si quanto à duração dos estádios fenológicos e das fases fenológicas das flores (3Fx) quando comparadas à cv. Nijisseiki, para cada um dos locais. Esse comportamento possivelmente está ligado à diferentes formas das gemas de flor produzidas pelas cvs. Housui e Kousui (dardos e brindilas) e Nijisseiki (esporões) e à maior necessidade de frio durante a vernalização requerida pela cv. Nijisseiki. Ou mesmo à genealogia, já que a cv. Housui tem como um dos progenitores a cv. Kousui (Yutaka et al., 2004).

A duração de cada uma das fases fenológicas (“3Fx”) das flores geralmente variaram entre 1,0 e 2,0 dias. As exceções, na cv. Nijisseiki, foram as fases 3F2 (3,2 dias) e 3F8 (2,1 dias) em Caçador e a 3F8 (3,5 dias) em São Joaquim. Na cv. Housui, somente foi maior na 3F9 (2,3 dias) em Caçador; e na ‘Kousui’ foi a 2F2 (2,1 dias) e 3F9 (3,2 dias) em Caçador e também a

3F9 (2,3 dias) em São Joaquim. A duração média, em dias, desde a fase 3F1 (botão rosado e recém emergido da gema) até a fase 3F9 (botão floral sem pétalas e todos os sacos polínicos enegrecidos), para as cultivares, foram: ‘Housui’ com 11,3 dias em Caçador e 11,5 dias em São Joaquim; ‘Kousui’ com 12,3 dias em Caçador e 12,4 dias em São Joaquim; ‘Nijisseiki’ com 13,0 dias em Caçador e São Joaquim (Figuras 4.5 e 4.6). Desta forma, apesar das diferenças climáticas, praticamente não houve diferença na duração das fases entre os dois locais.

Considerando somente as fases mais prováveis para ocorrer a polinização (3F4 a 3F7), é desejável que elas tenham a maior duração possível caso ocorram situações climáticas adversas (geadas tardias, temperaturas muito baixas, excesso de chuvas e de ventos) por que aumenta a possibilidade da polinização cruzada ser realizada pelos insetos e, conseqüentemente, também a fixação de frutos por planta. Nesse caso, as melhores condições foram obtidas em São Joaquim, nos dois anos de avaliação. Em 2006 a cv. Housui teve duração de 8,1 dias em São Joaquim e 5,8 dias em Caçador; a cv. Kousui 10,1 dias em São Joaquim e 6,8 dias em Caçador; e a cv. Nijisseiki 12,8 dias em São Joaquim e 6,8 dias em Caçador.

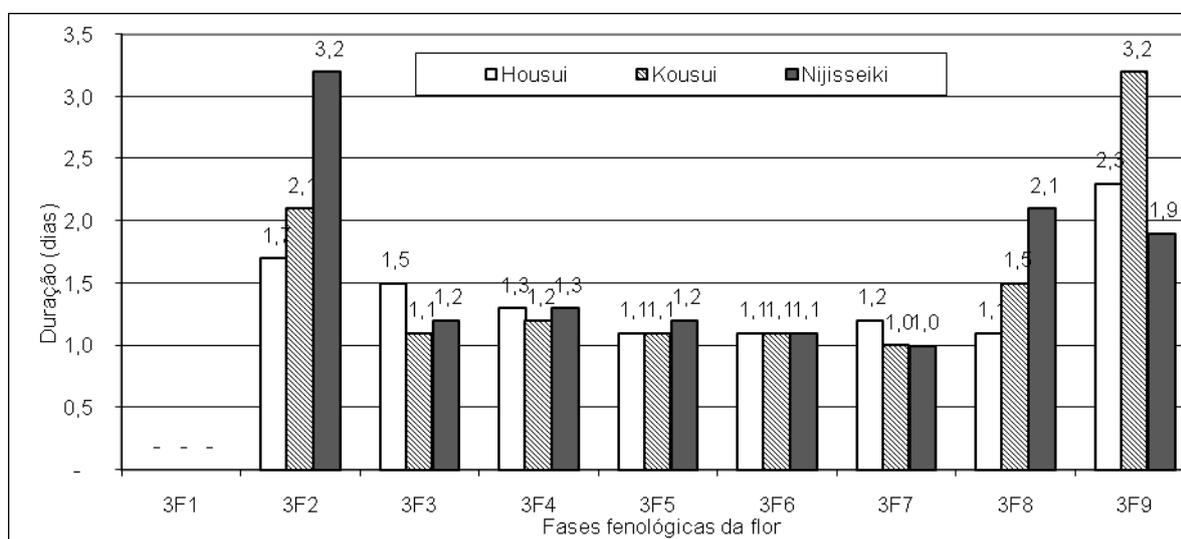


Figura 4.5 – Duração média (dias) das fases fenológicas da flor (3Fx) nas cultivares de pereira japonesa Housui (H), Kousui (K) e Nijisseiki (N) em Caçador (CD), 2007 (safra 2007/2008).

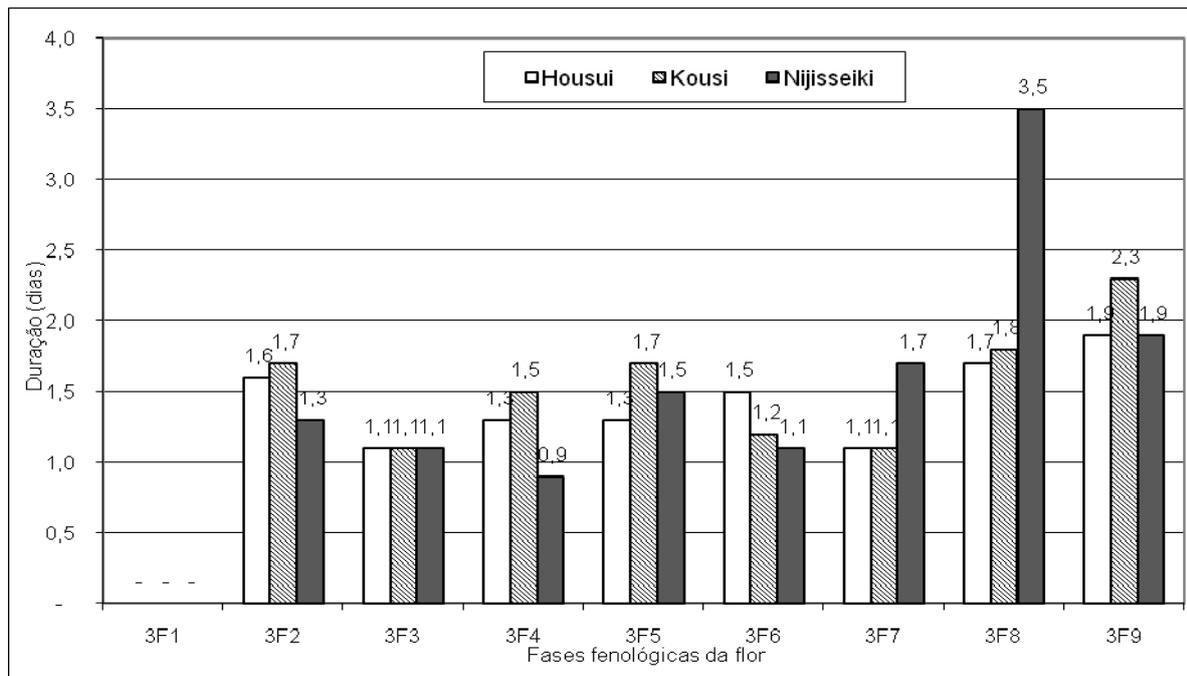


Figura 4.6 – Duração média (dias) das fases fenológicas da flor (3Fx) nas cultivares de pereira japonesa Housui (H), Kousui (K) e Nijisseiki (N) em São Joaquim (SJ), 2007 (safra 2007/2008).

4.4 - Conclusões

Regiões com maior quantidade de unidades de frio durante a vernalização proporcionam maior percentagem de gemas florais, maior quantidade de flores por gema, de gemas com frutos na colheita, de frutos com sementes viáveis e de sementes viáveis por fruto.

A cv. Nijisseiki produz maior quantidade de frutos com sementes viáveis e maior número de sementes por fruto que as cvs. Housui e Kousui.

A abertura da inflorescência, nas cvs. Housui, Kousui e Nijisseiki, dá-se na forma centrípeta.

Para estimar a produção, não é indicado calcular a percentagem de fixação de frutos tendo como base somente o estágio “J” para estimar a produção.

As cvs. Housui e Kousui tem floração mais precoce e maior similaridade entre si quanto a duração dos estádios fenológicos das gemas e das fases fenológicas das flores (3Fx) quando

comparadas à cv. Nijisseiki, tanto em local com maior quantidade de horas de frio (São Joaquim) como na presença de temperaturas mais amenas (Caçador).

Plantas submetidas à condições de clima com maior número de horas de frio durante a vernalização tem a data de início e de término da floração mais precoce, bem como a duração da floração é mais concentrada do que na região com clima mais ameno.

A criação da escala das Fases Fenológicas das Flores (3Fx) é útil para identificar as fases mais importantes em diversos processos biológicos das flores e tornar mais didático o seu entendimento.

CAPÍTULO 5

PRODUÇÃO E QUALIDADE DO PÓLEN DA PEREIRA JAPONESA EM DOIS DIFERENTES LOCAIS EDAFOCLIMÁTICOS DE SANTA CATARINA, BRASIL.

5.1 - Introdução

Algumas frutíferas de clima temperado, quando cultivadas em regiões com menor quantidade de frio que o exigido por elas, como geralmente ocorre no Sul do Brasil, podem produzir menor número de gemas florais e flores de menor tamanho e com estigmas deformados, anteras menores e baixa quantidade de grãos de pólen. Para agravar o problema, dependendo da cultivar, temperaturas muito elevadas durante a primavera podem induzir a produção de pólen estéril enquanto temperaturas muito baixas durante o inverno podem diminuir a formação de grãos de pólen e a sua viabilidade (Jackson, 2005). Em regiões mais quentes, as cultivares com menor exigência em frio hibernal produzem maior quantidade de pólen (Petri, 2002b).

A pereira, por ser alógama devido a incompatibilidade gametofítica, não produz frutos com sementes sem a presença de insetos polinizadores nos pomares. Por outro lado, a quantidade e a qualidade do néctar e do pólen determinarão o interesse de diferentes espécies de insetos por suas flores (Benedek, 1996).

O néctar das flores da pereira apresenta baixo teor de açúcar e por isso é pouco atrativo aos insetos polinizadores. Isto faz com que o pólen seja o recurso floral mais importante para atrair os insetos polinizadores (Benedek, 1996), principalmente as abelhas melíferas, as quais o

utilizam na fabricação da geléia real e da cera (Gallo et al., 2002) e em sua alimentação para obtenção de proteínas, sais minerais e aminoácidos essenciais. O pólen é a principal fonte de aminoácidos dos insetos (Herrera, 1989). Cada abelha operária consome em sua vida cerca de 145mg de pólen (Marchini et al., 2006). Na pereira, as abelhas coletaram mais pólen (cerca de 95%) que néctar (5%), enquanto na macieira coletam mais néctar (cerca de 55%) que pólen (45%) (Benedek, 2003).

Soltész et al. (1996) identificaram que um indicador para a maturidade sexual das anteras é a abertura dos sacos polínicos. Na pereira, a deiscência tem a duração de um a cinco dias após a antese. A liberação do pólen é muito influenciada pelas condições climáticas, especialmente pela temperatura e pela chuva. A baixa temperatura afeta desfavoravelmente a remoção do pólen da antera. A chuva, mas não a alta umidade, inibe a deiscência da antera e, quando constante durante a floração, induz o rompimento dos grãos de pólen devido a elevação da concentração osmótica. A precipitação também lava os grãos de pólen das anteras deiscentes ou evita que os grãos molhados sejam liberados pelas anteras.

A percentagem germinativa dos grãos de pólen é muito variável. Por exemplo, na macieira, há citações de 16% até 88%. Muitos fatores podem interferir na germinação *in vitro*, tais como: espécie da planta, momento da coleta, condições de armazenagem, composição e pH do meio de cultura e a temperatura durante a germinação. Neste caso, a temperatura ideal situa-se entre 20° a 30°C ou, mais especificamente no caso da espécie de pereira *P. calleryana*, em 28°C, e em pH entre 5,2 e 5,8 (Chagas et al., 2008). Quando o pólen fica armazenado por longo período ou nos casos de polinização manual em programas de melhoramento genético convencional ou em pomares comerciais, é importante verificar a viabilidade germinativa deste pólen. Para isso, o pólen é deixado em meio de cultura contendo ágar, açúcar (Griggs et al., 1953; Sato, 1993) e boro (Marcuci et al., 1982). O boro interage com o açúcar e forma um complexo ionizável açúcar-borato que se move mais rapidamente através da membrana celular e melhora a germinação dos grãos de pólen (Nunes et al., 2001).

Por inexistir no Brasil pesquisas avaliando a germinação do pólen de pereira quando a coleta se dá em diferentes estádios fenológicos das gemas ou nas diferentes fases fenológicas da flor (3Fx), este trabalho objetivou avaliar em diferentes cultivares a taxa de germinação, o tamanho e a quantidade de pólen produzida por antera e por flor em dois diferentes locais edafoclimáticos: um com 1.000 unidades de frio (UF) (Caçador) e outro com 2.000 UF (São Joaquim) durante a vernalização. As informações geradas serão utilizadas em programas tradicionais de melhoramento genético, no manejo da polinização em pomares comerciais e no avanço do conhecimento da biologia floral da pereira.

5.2 - Material e métodos

Os experimentos foram realizados em Caçador e São Joaquim, SC, entre os anos de 2006 (safra 2006/2007) e 2007 (safra 2007/2008).

Em 2006, para verificar o diâmetro dos grãos de pólen *in vitro*, foram coletadas, de diferentes plantas, cerca de 30 flores na fase fenológica 3F3 por repetição e por cultivar. Estas flores estavam situadas nas gemas axilares (Tratamento 1) e nas gemas terminais (Tratamento 2) dos ramos do ano ou dos ramos de um ano. Em Caçador, a coleta das flores da cv. Housui deu-se entre 04 e 06/10/2006 e, em São Joaquim, as flores das cvs. Housui e Kousui foram coletadas em 14/09/2006.

Em 2007, para verificar o diâmetro e a germinação dos grãos de pólen *in vitro*, foram coletadas cerca de 30 flores em diferentes fases fenológicas (3Fx), conforme descrito na Figura 4.2 do Capítulo 4, constituindo cada uma destas fases um tratamento. Em Caçador, a coleta do pólen da cv. Housui deu-se entre 25/09 e 02/10/2007, e em 26/09/2007 nas cvs. Kousui e Nijisseiki. Em São Joaquim, a coleta na cv. Housui foi realizada entre 17 e 20/09/2007, e nas cvs. Kousui e Nijisseiki em 18/09/2007.

Em laboratório, na Estação Experimental de Caçador, foram retirados os estames, os quais ficaram em secagem durante 48 horas a $25\pm 1^{\circ}\text{C}$. Em seguida, foram acondicionados em recipientes de vidro vedado com algodão e armazenados em embalagem plástica fechada contendo sílica-gel para mantê-los desumidificados, dentro de refrigerador doméstico. Essa embalagem foi revestida por sacos de poliuretano e vedada. Para análise, os grãos de pólen foram retiradas do refrigerador e acondicionados em pequenos envelopes de papel manteiga (7,5cm x 4cm), ficando expostos a temperatura ambiente por duas a três horas. Após, ainda dentro do envelope, as anteras (esporângios) foram trituradas utilizando a base sem cerdas de pincel nº 6. Em seguida e com uso das cerdas desse mesmo pincel, o pólen foi espalhado sobre dois blocos de $5,25\text{cm}^2$ (1,5cm x 3,5cm) de meio de cultura para pólen (1g ágar, 20g sacarose e 40ppm de ácido bórico por 100mL), disposto sobre uma lâmina. Os blocos foram obtidos com a utilização de caixa de fósforo como fôrma de corte. As lâminas foram colocadas dentro de placas de petri, as quais continham papel filtro e algodão umedecido para formar uma câmara úmida e ficaram em incubação a $26\pm 0,5^{\circ}\text{C}$. Para o primeiro experimento, de medição do diâmetro dos grãos de pólen, a leitura deu-se imediatamente após os pólen ser espalhado sobre o meio de cultura. Para o segundo experimento, de germinação, o pólen ficou sob condições de temperatura controlada e em diferentes tempos, conforme descrito no segundo experimento, a seguir.

No primeiro experimento, entre 27/02 e 03/03/2008 para a cv. Housui, e entre 25/03 e 02/04/2008 para a cv. Nijisseiki, foram medidos os diâmetros dos grãos de pólen coletados em 2006 e 2007, nos dois locais. Foi utilizado microscópio estereoscópio (marca Olympus) com aumento de 100X com uma ocular micrométrica de tambor modelo OSM (Olympus BH-2). O valor micrométrico obtido foi em micra (μ), o qual foi multiplicado pelo fator de correção de 0,862 em função da utilização do aumento de 100X. Esse fator é obtido pela divisão da medida na lâmina micrométrica (100μ) pelas unidades do micrômetro ocular do tambor (116unid), o que corresponde a $100\mu/116\text{unid} = 0,862$. Nos dois anos, cada repetição resultou da média aritmética do diâmetro de dez grãos de pólen. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com seis tratamentos em 2006 e oito em 2007, ambos com seis repetições cada. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ou, eventualmente, pelo teste F. Somente foram medidos os grãos de pólen plenamente desenvolvidos.

No segundo experimento foi verificada a taxa de germinação dos grãos de pólen *in vitro*, entre 27/02 e 12/03/2008 para a cv. Housui, e em 25/03/2008 para cv. Nijisseiki. O pólen foi colocado sobre o meio de cultura de forma semelhante à citada anteriormente e foi incubado pelo período de 2hs, 4hs ou 24hs. Em seguida, foi examinado em microscópio estereoscópio com aumento de 100X. Foi considerado viável o pólen que emitia tubo polínico com comprimento igual ou superior ao seu diâmetro. Foi contado o número de grãos germinados e não germinados por campo de visão do microscópio, sendo que quando qualquer um dos dois tipos de grãos atingia o valor de 100 (cem), terminava a contagem contando somente o número de grãos de pólen existente neste último campo de visão. Os valores foram transformados em percentagem de grãos de pólen germinados por tratamento. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso e com seis repetições. Para análise, os dados obtidos foram transformados em raiz quadrada e comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os tratamentos 3F1, 3F7, 3F8 e 3F9 não foram analisados por que nessas fases a germinação dos grãos de pólen foi zero.

Num terceiro experimento, para quantificar o número de grãos de pólen das anteras, foram coletadas cinco flores por repetição em diferentes fases fenológicas da flor (3Fx), das cvs. Nijisseiki e Housui (da Kousui só em 2006), em Caçador e São Joaquim. Cada fase fenológica constituiu um tratamento. De cada flor foram retiradas quatro anteras, as quais ficaram numa solução 0,5mL de ác. láctico a 85% em eppendorf com capacidade para 1,0 mL. A quantificação foi realizada em junho de 2008. Após triturar as anteras contidas nesta solução utilizando a ponta oposta das cerdas de pincel nº2, foi retirada uma amostra de 0,1mL desta solução para ser colocada em câmara de Neubauer e proceder a contagem dos grãos de pólen. Esta contagem somente foi realizada após cessar o fluxo da solução na câmara de Neubauer, sendo então

considerado seus cinco campos principais. Foi utilizado microscópio ótico com aumento de 100X (Kearns & Inouye, 1993). O número médio de grãos de pólen por antera foi obtido utilizando a *Fórmula 01* (Sharamm, 1985), modificada. O número de grãos de pólen por flor (*Fórmula 02*) foi obtido multiplicado o valor obtido na *Fórmula 01* pelo número de anteras por flor, conforme foi a média obtida e considerando o tipo de origem da flor - de gema terminal ou de gema axilar de ramos do ano e/ou de um ano - das cultivares Housui, Kousui e Nijisseiki. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com cinco repetições, sendo cada repetição constituída pela média do número de grãos de pólen das quatro anteras obtidas de cinco flores. Os dados foram analisados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ou, eventualmente, pelo teste F.

$$Npa = (\Sigma C_n)/n \cdot 1/a \cdot (vs/vc) \quad (\text{Fórmula 01})$$

onde: Npa = número médio de grãos de pólen por antera

ΣC_n = somatória do número de grãos de pólen dos cinco campos principais do hemacitômetro tipo Neubauer

n = número de campos avaliados no hemacitômetro tipo Neubauer (= 5)

a = número de anteras trituradas na solução original vs (= 4)

vs = volume da solução original de ácido láctico, em mm^3 (= $500\text{mm}^3 = 0,5\text{ml}$)

vc = volume do campo avaliado da câmara de Neubauer, em mm^3 (= $0,1\text{mm}^3$)

O número de grãos de pólen/flor foi calculado conforme a fórmula 02:

$$Npf = Npa \times n_a \quad (\text{Fórmula 02})$$

onde: Npf = número médio de grãos de pólen por flor

Npa = número médio de grãos de pólen por antera

n_a = número médio de anteras por flor da respectiva cultivar

5.3 - Resultados e discussão

Número de grãos de pólen

Em 2006 (safra 2006/2007), em Caçador, não ocorreu diferença significativa quanto ao número de grãos de pólen produzidos nas flores das gemas axilares e terminais da cv. Housui e,

por isso, os valores médios calculados consideraram os dois tipos de gemas. O número de grãos de pólen por antera e por flor foi maior nas fases fenológicas florais iniciais (3F1) e não diferiu estatisticamente até a fase 3F5. Somente na fase 3F6 ocorreu redução da quantidade do número de grãos de pólen da cv. Housui (Tabela 5.1). Neste ano, também não houve diferença na quantidade de pólen produzido pelas cvs. Housui e Kousui, considerando as diferentes fases florais, embora, mais uma vez, a quantidade de pólen por antera e por flor tenha sido menor na fase 3F6. No entanto, a cv. Housui produziu maior quantidade de grãos de pólen por antera e por flor que a cv. Kousui (Tabela 5.2), indicando, neste quesito, melhor potencial como polinizadora que a cv. Kousui.

Em 2007, as análises de variância do número de grãos de pólen por antera e por flor, considerando as cvs. Housui e Nijisseiki cultivadas em Caçador e São Joaquim, mostraram interação significativas entre local, cultivares e fases fenológicas das flores. Por isso, as fases fenológicas 3Fx foram comparadas separadamente em cada local e por cultivar. Tanto em Caçador como em São Joaquim não ocorreu diferença significativa no número dos grãos de pólen produzidos por antera ou por flor entre as cvs. Housui e Nijisseiki, nas fases compreendidas desde o início da emissão das flores nas gemas (3F1) até quando as flores apresentaram sacos polínicos começando a enegrecer (3F6). Após esta fase, a quantidade de pólen nas anteras decresceu significativamente. Nos dois locais, a cv. Housui apresentou melhor potencial como polinizadora ao praticamente produzir o dobro de pólen por antera e por flor que a cv. Nijisseiki (Tabela 5.3). A cv. Housui mostrou tendência para produzir maior quantidade de pólen por antera e por flor na região mais fria (São Joaquim), possivelmente por que neste local ocorreram temperaturas mais amenas que na região mais quente (Caçador). Citadin et al. (2002) cita que temperaturas mais frias parecem favorecer a taxa de evolução das células meióticas na formação das tétrades polínicas. Já a cv. Nijisseiki tendeu produzir menor quantidade de pólen em São Joaquim. Tais situações indicaram ação diferencial entre genótipos, quando expostos à diferentes ambientes.

A maior quantidade de pólen produzido por flor, desde que maior quantidade também chegue aos estigmas das flores das plantas receptoras, pode ser um dos fatores a indicar seu desempenho durante a polinização. Tem-se verificado que quanto maior o número de grãos de pólen sobre os estigmas das flores maior tende a germinação, a penetração estigmática e a razão de crescimento do tubo polínico. Essa maior quantidade de pólen induz a planta a alocar mais recursos para o ovário. Um dos fatores da competição entre os tubos polínicos para chegar ao óvulo é a base da seleção gamética para gerar progênes de melhor qualidade genética e vigor (Niesenbaum, 1999).

Tabela 5.1 – Número de grãos de pólen por antera e por flor em diferentes fases fenológicas da flor (3Fx) das cultivares Housui e Nijisseiki em Caçador, em 2006 e 2007 (safras 2006/2007 e 2007/2008).

Fases fenológicas da flor	Número de grãos de pólen/ano/cultivar					
	2006		2007			
	Housui		Housui		Nijisseiki	
	Antera	Flor	Antera	Flor	Antera	Flor
3F1	6.667 a	154.833 a	6.800 a	167.280 a	4.550 a	121.940 a
3F2	6,250 a	145.650 a	5.000 a	123.000 a	4.550 a	121.940 a
3F3	5.750 b	133.850 ab	6.500 a	159.900 a	3.050 ab	81.740 ab
3F4	5.306 ab	122.986 ab	4.850 a	119.310 a	2.900 ab	77.720 ab
3F5	6.111 ab	141.797 ab	4.700 ab	115.620 ab	3.250 ab	87.100 ab
3F6	2,861 b	65.722 b	4.100 ab	100.860 ab	4.400 a	117.940 a
3F7	-	-	375 c	9.225 c	500 b	13.400 b
3F8	-	-	1.300 bc	31.980 bc	375 b	10.050 b
Cv(%)	42,15	42,47	39,17	39,88	39,17	39,88

Dentro de cada coluna, números seguidos pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

(-): dados não coletados.

Tabela 5.2 – Número médio de grãos de pólen das diferentes fases fenológicas da flor (3F1~3F6) nas cvs. Housui e Kousui, em Caçador, 2006 (safra 2006/2007).

Cultivar	Número médio de grãos de pólen (un.)	
	Antera	Flor
Housui	5.666,7 a	133.733,0 a
Kousui	3.681,0 b	83.559,5 b
CV(%)	49,97	50,08

Dentro de cada coluna, números seguidos pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste F, a 1% de probabilidade.

Tabela 5.3 – Número médio de grãos de pólen por antera e por flor de diferentes fases fenológicas da flor das cultivares Housui e Nijisseiki, em São Joaquim, 2007 (safra 2007/2008).

Fases fenológicas da flor	Número de grãos de pólen/cultivar			
	Housui		Nijisseiki	
	Antera	Flor	Antera	Flor
3F1	5.950 a	129.115 a	1.000 b	25.700 b
3F2	6.950 a	150.815 a	3.050 ab	78.385 ab
3F3	6.350 a	137.795 a	3.050 ab	78.385 ab
3F4	7.950 a	172.515 a	3.600 a	92.520 a
3F5	8.400 a	182.280 a	4.400 a	113.080 a
3F6	8.050 a	174.685 a	2.550 ab	65.535 ab
3F7	438 b	9.494 b	1.000 b	25.700 b
3F8	500 b	10.850 b	900 b	23.130 b
Cv(%)	39,17	39,88	39,17	39,88

Dentro de cada coluna, números seguidos pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A análise de variância envolvendo a quantidade de pólen produzido pelas cvs. Housui, Kousui e Nijisseiki em Caçador em 2007 (safra 2007/2008), considerando as fases 3F1 à 3F8, mostraram não ocorrer diferença significativa na interação entre cultivares e os tipos de fases florais (Tabela 5.4). Por isso, essas fontes de variação foram comparadas de forma independente. Considerando as fases fenológicas da flor, não houve diferença significativa entre as classes 3F1

a 3F6, tanto no número de grãos de pólen por antera como por flor. Somente a partir da fase 3F7, inclusive, ocorreu redução significativa no número de grãos de pólen. Repetindo o ano anterior, as flores da cv. Housui produziram significativamente maior quantidade de pólen que as da cv. Nijisseiki, seja por antera ou por flor, mas não diferiram da cv. Kousui (Tabela 5.5).

Tabela 5.4 - Número médio de grãos de pólen por antera e por flor das cvs. Housui, Kousui e Nijisseiki em Caçador, em diferentes fases fenológicas da flor (3F1~3F8), 2007 (safra 2007/2008).

Fases fenológicas da flor	Número de grãos de pólen (un.)	
	Antera	Flor
3F1	5.066,7 a	136.832 a
3F2	4.700,0 a	129.422 a
3F3	5.133,3 a	141.972 a
3F4	4.116,7 a	113.977 a
3F5	4.233,3 a	117.448 a
3F6	4.016,7 a	110.202 a
3F7	818,2 b	24.405 b
3F8	803,6 b	21.605 b
CV(%)	48,21	49,76

Dentro de cada coluna, números seguidos pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 5.5 – Número médio de grãos de pólen por antera e por flor em diferentes fases fenológicas da flor (3F1~3F8) em Caçador, em três cultivares de pereira japonesa, 2007 (safra 2007/2008).

Fases fenológicas da flor	Número de grãos de pólen (un.)	
	Antera	Flor
Housui	4.301,3 a	105.812 ab
Kousui	3.637,5 ab	114.581 a
Nijisseiki	3.222,2 b	86.356 b
CV(%) ¹	48,21	49,76

Dentro de cada coluna, números seguidos pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A diminuição do número de grãos de pólen das anteras, a partir da fase 3F6 (Tabelas 5.3 e 5.4), indica que a deiscência dos sacos polínicos ocorreu a partir desta fase ou da fase imediatamente anterior. Segundo Free (1993), a deiscência do pólen pode variar de dois a sete dias e ocorre entre às 8 e 18 horas. A característica desta fase é o início de enegrecimento dos sacos polínicos. Possivelmente, antes desta fase 3F6 ocorre pequena liberação de pólen, mas devido a alta variabilidade nos dados coletados e que resultaram num elevado coeficiente de variação, não foi possível detectar pequenas diferenças entre as fases fenológicas analisadas. Para amenizar tal situação, em trabalhos futuros e semelhantes a este, é recomendável seguir a indicação de Zimmermann (2004) e aumentar o número de repetições por tratamento.

A não diferença do número de grãos de pólen/antera entre as fases 3F1 e 3F6 indica que a quantidade de pólen por antera já estava definida na fase inicial de formação da flor (3F1), independente do tipo da gema de flor e da cultivar. Tromp (2005) cita que pouco antes ou mesmo durante a abertura das flores, os sacos polínicos (e grãos de pólen) e os óvulos estão em fase final de formação. Segundo Taiz & Zeiger (2004) e Vaz et al.(2004), estes dois são os últimos órgãos formados na flor, o que evidencia que logo após a emissão da flor, na fase 3F1, a quantidade total de pólen formado já está definida. Mas, a sua qualidade germinativa ainda não está completa já que a percentagem de germinação ficou abaixo da registrada na fase 3F4, fato que se repetiu em 2006 e 2007. A causa disto pode estar relacionada ao menor diâmetro do grão de pólen na fase 3F1, o qual diferiu estatisticamente das demais fases, como será visto adiante.

Foi comum a presença de abelhas tentando entrar no interior das flores quando elas passavam da fase 3F3 (balão) para a fase (3F4). Isso se deve mais à atratividade do pólen do que do néctar, pois na fase 3F3 a quantidade produzida de néctar ainda é pequena. Mas a quantidade do pólen é muito elevada.

O número de grãos de pólen produzido pode variar entre espécies e entre cultivares. Para uma cultivar ser boa polinizadora, precisa produzir pólen viável em quantidade e qualidade (Souza & Raseira, 1998), não devendo ser suscetível em produzir uma segunda florada (Soltész, 1996).

Segundo Benedek (1996), cada antera do pessegueiro produz 450 a 2.800 grãos de pólen e uma flor produz 47.000 a 55.000 grãos de pólen. Isto representa uma produção de 3,0 a 19,0kg.ha⁻¹ ou, segundo Free (1993), entre 7,0 e 28,4kg.ha⁻¹. Os dados aqui obtidos com a pereira, tanto em Caçador como em São Joaquim, indicam quantidades médias de até 133.733 grãos.flor⁻¹ na cv. Housui (Tabela 5.3); até 114.581 grãos.flor⁻¹ na cv. Kousui e 86.356 grãos.flor⁻¹ na cv. Nijisseiki, (Tabela 5.5). Ou seja, praticamente o dobro da produzida pelas

flores do pessegueiro. Free (1993) confirma isto ao citar que a pereira produz 0,62 a 1,88mg.flor, que representa uma produção entre 18,5 e 21,8kg de grãos de pólen.ha⁻¹.

No entanto, mesmo produzindo menor quantidade de pólen por antera ou por flor, as flores do pessegueiro produzem néctar em maior quantidade e com maior teor de açúcar que o da pereira e, por isso, são mais atrativas às abelhas, motivo pelo qual não é indicado seu plantio próximo aos pomares desta frutífera, quando há coincidência na floração. No entanto, a excelente produção de pólen por flor faz com que a pereira também seja atrativa às abelhas melíferas (Delaplane & Mayer, 2000).

Dimensão do pólen

Considerando somente as condições de São Joaquim, em 2006, o teste F mostrou que o diâmetro dos grãos de pólen produzidos nas gemas axilares da cv. Housui foram maiores e diferiram estatisticamente do pólen produzido nas flores situadas nas gemas terminais. Na cv. Kousui, os diâmetros do pólen produzidos nesses dois tipos de gema foram semelhantes. Em Caçador, não ocorreu diferença no diâmetro dos grãos de pólen produzidos nas gemas axilares ou terminais, mas os grãos de pólen produzidos foram menores que os de São Joaquim (Tabela 5.6). Resultado semelhante foi obtido por Kurtz & Kiverman (1958) em tomate, onde o diâmetro do pólen foi maior quando as temperaturas durante o dia foram mais baixas, independente da temperatura noturna ser elevada ou não (6° a 30°C). Tal situação evidencia o efeito climático benéfico quando a planta é exposta às condições que satisfaçam e melhor atendam suas necessidades naturais de desenvolvimento.

Tabela 5.6 - Diâmetro (μm) dos grãos de pólen em dois tipos de gemas da cv. Housui, em Caçador e São Joaquim, SC, 2006 (safra 2006/2007).

Local	Tipo de gema	Diâmetro pólen (μm)
São Joaquim	Axilar	49,6 b
	Terminal	43,1 a
Caçador	Axilar	40,4 a
	Terminal	41,8 a
CV%		6,78

Nas colunas e considerando distintamente cada local, números seguidos por diferentes letras diferem entre si pelo teste F a 1% de probabilidade.

Grãos de pólen com maior diâmetro significa maior quantidade de reservas e por isso podem proporcionar um menor tempo de germinação e crescimento mais rápido do tubo polínico para a fecundação d flor, fixando maior quantidade de frutos na planta (Cruden, 2000). Tal fato, provavelmente, ajudou a cv. Housui apresentar maior fixação de frutos na colheita em São Joaquim (29,2%) que em Caçador (14,0%) (Tabela 4.1 do Capítulo 4). Situação semelhante foi observada no milho (*Zea mays* L.), onde a existência de variabilidade genética na fase gametofítica induziu a produção de grãos de pólen com diferentes tamanhos, sendo que o crescimento mais rápido do tubo polínico foi positivamente relacionado com o maior diâmetro do pólen e as sementes mais pesadas resultaram da fertilização dos gametas situados nos tubos polínicos de crescimento mais rápido (Môro et al., 1990).

Taxa de germinação

Na primeira fase (3F1) ou nas últimas fases (3F7, 3F8 e 3F9) fenológicas das flores, os grãos de pólen apresentaram germinação muito baixa ou nula, indicando que mesmo havendo pólen disponível para a polinização, a fertilização seria muito baixa ou nula. Possivelmente, o baixo valor germinativo na fase 3F1 ocorre por que o pólen ainda está em formação e, portanto, não possui todas as suas estruturas e reservas nutricionais prontas. Este fato resultou em grãos de pólen de menor diâmetro nesta fase 3F1 (Tabela 5.6). Após a fase 3F7, a germinação é baixa ou nula em virtude da influência climática - umidade e calor por exemplo – que alteram as características fisiológicas do pólen.

As maiores taxas germinativas, para todas as cultivares avaliadas, situaram-se entre as fases 3F3 e 3F5 (Tabelas 5.7 e 5.8). Isso evidencia que quando a flor se apresenta em sua forma mais exuberante e por isso mais atrativa aos insetos, também os grãos de pólen apresentam maior percentagem germinativa. Essas características certamente são oriundas do processo natural de seleção, já que a atratividade aos insetos (eficácia) está diretamente ligada à maior eficiência do pólen em germinar e fertilizar a flor. No entanto, as taxas germinativas foram obtidas em teste *in vitro*, o qual, algumas vezes, pode não representar a realidade (Einhardt et al., 2006) ou mesmo superestimar a germinação *in vivo* (Hedhly et al., 2005)

A percentagem de germinação do pólen, em diferentes fases da flor, pode indicar o seu tempo de sobrevivência e viabilidade. Segundo Pacini et al. (1997), espécies entomófilas e anemófilas podem produzir grãos de pólen com maior ou menor tempo de sobrevivência, independente da forma de polinização. Por exemplo, o pólen de *Curcubita pepo*, que é uma espécie entomófila, somente mantém-se viável até 48 horas após a deiscência da antera, pois as

flores masculinas e as femininas se abrem de manhã e fecham ao meio dia (Vidal et al., 2006). E, o pólen da anemófila *Chamaerops humilis* mantém-se viável por mais de 72 horas. A explicação está relacionada ao processo de seleção sofrido pelas plantas em seus centros de diversidade, pois enquanto os grãos de pólen de *C. pepo* são semidesidratados os da *C. humilis* é desidratado e resistente à temperaturas elevadas e ao excesso de umidade.

Tabela 5.7 – Germinação (%) não acumulativa dos grãos de pólen de cinco fases fenológicas da flor (3F2 a 3F6) da cv. Housui e incubados em meio de cultura durante duas, quatro e 24 horas, em Caçador, SC, 2006 (safra 2006/2007).

Fases fenológicas da flor	Germinação do pólen (%)		
	2 hs	4 hs	24 hs
3F2	8,6 c	14,5 bc	20,2 bc
3F3	19,8 bc	24,7 abc	33,6 bc
3F4	39,3 a	43,6 a	55,6 a
3F5	28,4 ab	35,0 ab	41,0 ab
3F6	7,9 c	8,9 c	13,0 c
CV(%) ¹	24,12	24,29	20,87

Dentro de cada coluna, valores seguidos pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Tabela 5.8– Percentagem de germinação dos grãos de pólen de cinco fases fenológicas da flor (3F2 a 3F6) da cv. Housui e Nijisseiki e incubados em meio de cultura durante duas, quatro e 24 horas, em Caçador, SC, 2007 (safra 2007/2008).

Fases fenológicas da flor	Germinação do pólen (%)					
	Housui			Nijisseiki		
	2hs	4hs	24hs	2hs	4hs	
3F2	16,78 c	19,98 d	19,06 e	36,60 c	49,33 b	
3F3	36,79 b	32,43 c	40,06 c	78,37 a	88,69 a	
3F4	53,94 a	55,92 b	65,42 b	54,09 bc	64,14 ab	
3F5	61,67 a	71,41 a	74,30 a	68,96 ab	85,36 a	
3F6	60,72 a	66,55 a	63,59 b	43,80 c	52,51 b	
3F7	27,37 b	31,13 c	28,62 d	-	-	
CV%	13,62	10,20	9,98	21,52	23,45	

Nota: dentro de cada coluna, números seguidos pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. (-): dados não coletados.

Logo, quanto maior o tempo de receptividade da flor ao pólen e quanto maior o tempo de sobrevivência ou viabilidade do pólen, maior será a vantagem adaptativa apresentada pela espécie ou pela cultivar. No caso deste trabalho, embora não tenha sido avaliada a germinação de diversas cultivares, é possível dizer que a cv. Housui apresentou boa vantagem competitiva por manter o pólen com viabilidade razoável entre as fases 3F3 (antese) e 3F6, representando uma duração aproximada de cinco (5,0) dias em Caçador e cinco vírgula dois dias (5,2) em São Joaquim.

Pólen coletado em 2006 e 2007, nos dois locais, apresentou maiores taxas germinativas quanto maior foi o tempo de incubação em meio de cultura, considerando os intervalos de duas (02), quatro (04) e 24 horas. Embora as maiores percentagens de germinação tenham ocorrido quando o pólen ficou em incubação durante 24 horas, neste período os tubos polínicos cresceram em demasia e se entrelaçaram, dificultaram a visualização na contagem dos grãos germinados. A adição de boro no meio de cultura pode ter influenciado esse rápido crescimento, pois ele participa na indução de glicoproteínas que fazem parte da estrutura da parede celular dos tubos polínicos (Garcia-Hernandez et al.; 2005). O boro também existe no fluido do estigma e tem capacidade de captar açúcar e água e está envolvido no transporte de carboidratos e na ativação de ATP (Linskens, 1964).

Um fator negativo após 24 horas de incubação foi o desenvolvimento de manchas bacterianas translúcidas sobre o meio de cultura, o que também dificultou a contagem dos grãos germinados. Por isso, para a contagem do pólen germinado *in vitro*, a leitura quatro horas após o pólen estar em meio de cultura demonstrou ser a mais indicada, pois o valor obtido é consistente e a informação é rapidamente obtida. Em trabalhos de melhoramento genético esse é um período de tempo aceitável, já que há necessidade imediata de verificação da qualidade do pólen para executar os cruzamentos direcionados. O fato de armazenar o pólen em geladeira durante quatro meses não influenciou seu poder germinativo, já que ele foi seco e armazenado com baixa umidade, fator determinante para manutenção de sua viabilidade (Linskens, 1964).

Os resultados aqui obtidos foram semelhantes aos de Santos et al. (2007) com o pólen de Goiabeira-Serrana incubado entre quatro e seis horas. No entanto, foi contraditório ao de Chagas et al. (2007), os quais citam que o tubo polínico de algumas cultivares de pereira param de crescer após seis a 12 horas em incubação. Essa divergência pode estar relacionada à espécie trabalhada por eles ser *Pyrus calleryana* enquanto neste trabalho a espécies foi *Pyrus pyrifolia* var. *culta*.

Para programas de melhoramento genético, as flores devem ser coletadas nas fases 3F2 e 3F3, pois os polens estarão desenvolvidos e com elevada taxa de germinação, além de não

ocorrer riscos de contaminação com pólen de outros germoplasma. Caso se deseje pólen para uso em polinização artificial de pomares comerciais, com objetivo de aumentar a fixação dos frutos, as melhores fases para a sua coleta situaram-se entre as fases 3F3 e 3F6. Este resultado amplia a recomendação de Petri (2002b), o qual cita que em pomares comerciais as melhores fases para coleta de flores se dão na fase de balão ou logo após a sua abertura e antes das anteras ficarem deiscentes. Em sua citação, esta última fase, embora não seja bem especificada, possivelmente seja a fase 3F4 e, a fase de balão, a 3F3. No entanto, após a antese das flores, há possibilidade que a quantidade de pólen na fase 3F6 seja menor que nas fases 3F4 e 3F5, devido a remoção pela ação dos insetos. Caso ocorra contaminação por pólen de outra cultivar trazido pelos insetos polinizadores não haverá problema, já que o objetivo é polinizar o maior número de flores para aumentar a fixação dos frutos e a produtividade comercial, e não obter sementes para trabalhos de melhoramento.

Caso ocorra aumento da temperatura média mundial, como preconiza Marengo (2006), o pólen produzido possivelmente terá sua qualidade afetada, já que em Caçador o diâmetro médio dos grãos de pólen foi menor que os produzidos em São Joaquim. Como consequência, poderá ocorrer menor vigor germinativo do pólen, menor crescimento do tubo polínico e menor fixação de frutos, diminuindo então a produtividade da pereira.

5.4 - Conclusões

O número de grãos de pólen é semelhante entre as fases 3F1 e 3F5, independente do tipo de gema. Somente após a fase 3F6 há redução da quantidade de pólen.

A cv. Housui produz maior quantidade de pólen por antera e por flor que a cv. Kousui, e ambas produzem mais que a cv. Nijisseiki.

A pereira produz pólen em grande quantidade (médias entre 86.356 e 114.581 grãos. flor⁻¹) e este é seu principal recurso para atrair os insetos polinizadores.

Melhores taxas germinativas dos grãos de pólen ocorrem entre as fases 3F3 e 3F6 e coincide quando as flores estão em sua fase mais exuberante. Isto representa um período aproximado de cinco dias à campo, nos dois locais avaliados. Nas fases 3F1, 3F2 e entre as fases 3F7 e 3F9, a germinação do pólen é muito baixa ou nula.

Região com maior número de horas de frio durante a vernalização (São Joaquim) produz grãos de pólen de maior diâmetro.

Polens das flores situadas em gemas axilares são maiores que os das gemas terminais. Na fase 3F1, o diâmetro dos grãos de pólen é significativamente menor que nas demais fases, indicando que ele ainda está em formação.

Para testes *in vitro*, a melhor leitura para determinar a taxa de germinação do pólen se dá 4hs após ficar em incubação a $26^{\circ}\pm 0,5^{\circ}$.

Pólen de melhor qualidade é produzido entre as fases 3F4 e 3F6. A coleta de pólen para uso em polinização manual em pomares comerciais pode dar-se entre as fases 3F3 e 3F6.

PRODUÇÃO DE NÉCTAR POTENCIAL E NÉCTAR INSTANTÂNEO EM FLORES DE PEREIRA JAPONESA, NO SUL DO BRASIL

6.1 - Introdução

A pereira japonesa, por ser alógama, apresenta polinização cruzada. Por isso, a ausência de insetos polinizadores nas flores reduz drasticamente a produção de frutos com sementes. A polinização anemófila (pelo vento) tem pouca ou nenhuma efetividade como agente polinizador. Logo, é importante a flor apresentar características que atraiam a maior quantidade possível de insetos polinizadores. Neste sentido, a quantidade e a qualidade do néctar (Benedek, 1996; Benedek, 2003) e a produção de pólen são elementos primordiais para a atração de espécies de insetos visitantes florais (Shafir et al., 2003), representando essas visitas o sucesso da polinização e a consequente produção de frutos.

Segundo Davis (2001), o néctar é derivado do floema da planta e é o componente em que a flor dispensa menos energia para produzir. Por isso, em programas de melhoramento genético a seleção de plantas que gerem flores com maior capacidade produtiva de néctar é desejável para induzir maior quantidade de visitas de insetos polinizadores e, conseqüentemente, aumentar a taxa de fixação de frutos e o número de sementes por fruto. A herdabilidade para o volume de néctar produzido é alta e tem variado entre espécies: 64,0% na alfafa (*Medicago sativa*); 38,0 a

53,0% em *Penstemon centranthifolius*, e 12,0% em pimentão (*Capsicum annum*). Tal situação sugere o controle poligênico para esta característica.

Existe uma relação positiva entre algumas características morfológicas da planta para a indução de maior produção de néctar, tais como: maior seção transversal do floema da flor; maior peso fresco da flor; maior tamanho e área da pétala; maior seção transversal da área do pedúnculo da flor; maior volume e diâmetro do receptáculo floral e o maior tamanho do nectário (Weryszko-Chmielecka et al., 2003) e da flor (Longo et al.; 2006).

O néctar é o componente principal para a atração dos insetos, sendo que esta atração é diretamente relacionada com sua quantidade e qualidade (Benedek, 2003), sendo a atratividade relacionada ao valor calórico e nutricional, bem como a facilidade de sua coleta. O néctar serve como fonte de energia para as abelhas polinizadoras, principalmente para compor suas reservas durante o inverno e garantir a sobrevivência das colônias. Do néctar, pela ação da desidratação e da enzima invertase produzida pela abelha, é produzido o mel (Gallo et al., 2002). Inflorescências com maior número de flores são mais visitadas, pois as abelhas não necessitam despende grande quantidade de energia para visitarem suas flores (Benedek, 1996).

O clima pode afetar a produção de néctar, a qual é menor em temperaturas mais frias e em períodos de seca. Clima úmido e com nuvens evita a evaporação e propicia maior diluição do açúcar no néctar (Free, 1993). Quando há radiação solar, a quantidade de néctar decresce, mas a concentração de açúcar aumenta. Devido às variações climáticas, podem ocorrer variações na quantidade do néctar produzido em diferentes anos, sendo as variações anuais da concentração de açúcar mais estáveis que as diferenças no volume produzido entre as cultivares. Quando essas variações induzem baixa produção de néctar, há necessidade das abelhas visitarem maior número de flores. Benedek (1996) cita que na pereira o pólen é o fator mais importante para a atratividade dos insetos polinizadores, mas tem-se notado em muitas espécies de plantas, que não há diferença entre as flores que produzem e as que não produzem néctar, já que no caso da falta de néctar como atrativo o fator mais importante é a biomassa formada pelos grãos de pólen e não o número de grãos de pólen (Cruden, 2000). Na pereira, a biomassa formada pode ser considerada atrativa.

O teor de açúcar do néctar da pereira é baixo e por isso o pólen é o fator mais importante para a atratividade dos insetos polinizadores. No entanto, existe grande diferença na produção de néctar entre as cultivares, a qual afeta o número de visitas das abelhas. Por exemplo a cv. Winter Nellis, por produzir menos néctar, apresenta a metade do número de flores visitadas que a cv. Packham's Triumph (Benedek, 1996).

No Brasil, o cultivo comercial da pereira é reduzido apesar do grande consumo nacional desta fruta, bem como o volume de pesquisas direcionadas à esta pomácea ainda é reduzido e concentrado, principalmente nos Estados de Santa Catarina, Rio Grande do Sul e São Paulo. Em muitos pomares, a fixação de frutos é baixa. Uma das causas está relacionada com a polinização deficiente, pois as flores são pouco atrativas aos insetos. O objetivo deste trabalho foi verificar o comportamento de cultivares de pereira quanto à produção de néctar, em volume e qualidade, quando expostas às duas diferentes condições edafoclimática de Santa Catarina, uma com 1.000 unidades de frio durante a vernalização (Caçador) e outra com 2.000 unidades (São Joaquim) pelo Método Carolina do Norte Modificado.

6.2 - Material e métodos

Nas Estações Experimentais de Caçador (EECD) e de São Joaquim (EESJ) foi verificada a dinâmica da produção de néctar potencial (com ensacamento das flores) e instantâneo (sem ensacamento) das flores das cultivares Housui, Kousui e Nijisseiki. No ano de 2006, em São Joaquim, a avaliação foi realizada entre os meses de agosto e setembro; em Caçador, entre setembro e novembro. Em 2007, foram avaliadas as cvs. Nijisseiki e Suisei, somente em Caçador.

Quando as gemas florais atingiram o estágio “D” foi realizado o raleio para deixar somente uma a duas flores. Em seguida, a gema foi ensacada com papel manteiga parafinada com dimensões de 7,1cm comprimento x 6,4cm largura (Kobayashi Bag Mfg, Japão). Diariamente, os sacos eram abertos para a coleta de néctar, sendo as flores caracterizadas a cada coleta conforme a escala das Fases Fenológicas da Flor (3Fx) (Figura 4.2 do capítulo 4).

O néctar foi coletado com tubos microcapilares de 5 µL (marca Hamilton, EUA). A metodologia de coleta seguiu o descrito por Kearns e Inouye (1993) e Farkas e Orosz-Kovács (2003). A cada coleta, a quantidade foi determinada pela seguinte equação:

$$QN = (\Sigma NC) \times 5 / 3,2 \quad (\text{Fórmula 1})$$

onde, QN: quantidade total diária de néctar da flor (µL)

ΣNC : somatório da quantidade de néctar coletado por flor com o microtubo, medido com paquímetro (cm) para verificar a distância do néctar no microtubo

5: valor da quantidade máxima (µL) de néctar suportado no microtubo de 5mm

3,2 : comprimento total do microtubo (cm)

O teor de Sólidos Solúveis Totais (SST em °Brix) foi obtido por leitura em refratômetro manual portátil (Bellingham+Stanley Ltda, modelo Eclipse), com escala entre 0 e 50 °Brix. As leituras foram realizadas num só período do dia: preferencialmente de manhã, entre 9hs e 11hs ou, quando à tarde, entre 15hs e 17hs. Em Caçador, durante a coleta dos dados no período de 03 a 10 de outubro de 2007 (safra 2007/2008), foi avaliada a velocidade do vento utilizando a Escala de Força do Vento de Beaufort, a qual é relacionada com efeitos observados na natureza e cujos valores situam-se entre 0 e 12 (Laroca, 1995) (Tabela 6.1).

Foi avaliado a qualidade do néctar através da mensuração dos Sólidos Solúveis Totais (SST) em graus Brix (°Brix), considerando flores com ensacamento (néctar potencial) e sem ensacamento (néctar instantâneo), com 10 repetições e nas diferentes Fases Fenológicas da Flor (3Fx) (Figura 4.2 do Capítulo 4). Para a obtenção da produção potencial do néctar por flor, somente foram consideradas as repetições que produziram néctar.

6.3 - Resultados e discussão

Produção de néctar

O néctar das flores da pereira foi produzido nos nectários situados na parte interna do cálice e logo abaixo da base das pétalas e das anteras. Seu aspecto foi translúcido, aguado e não viscoso. Em raras ocasiões e quando havia pouca quantidade de néctar nas flores, ficou levemente turvo e amarelado. As flores da cv. Kousui produziram néctar com odor mais forte que as das cvs. Housui e Nijisseiki. Esta característica pode ser um diferencial positivo na atração de alguns insetos polinizadores, principalmente de besouros, como ocorreu em São Joaquim.

A utilização da escala das fases fenológicas da flor (“3Fx”), (Figura 4.2 do Capítulo 4) para descrever a produção e o teor de sólidos solúveis totais do néctar proporcionou bom entendimento didático quando comparado às avaliações considerando somente o estágio fenológico das gemas ou o número de dias antes ou após a antese da flor. Essa situação é tecnicamente a mais indicada, pois, quando é citado um referido estágio fenológico da gema (Figura 4.1 do Capítulo 4) e não da flor, muitas das flores da gema se encontram em diferentes fases.

Em 2006, em São Joaquim, durante diversos dias tentou-se coletar néctar das flores nas cvs. Housui e Kousui, mas essas não produziram néctar nem quando as flores estavam ensacadas (néctar potencial) e nem quando não ensacadas (néctar instantâneo). Em 2007, somente

considerando as flores que produziram néctar instantâneo e num só dia de coleta, a produção média foi nula nas fases 3F1 e 3F2; mas foi de $4,0\mu\text{L}\cdot\text{flor}^{-1}$ na 3F3 (numa só flor de 17 observadas); de $7,24\mu\text{L}\cdot\text{flor}^{-1}$ e $33,0^\circ\text{Brix}$ na fase 3F4 (em quatro flores de 10 observadas); e de $11,68\mu\text{L}\cdot\text{flor}^{-1}$ e $24,7^\circ\text{Brix}$ na fase 3F5 (de três flores de seis observadas). Esses dados evidenciam aumento na produção de néctar da fase 3F3 à 3F5 e redução do teor de açúcar da 3F3 para a 3F5.

Tabela 6.1 – Escala da força do vento de Beaufort.

Graus Beaufort	Velocidade do vento (Km/h)	Efeitos observados
0	< 1	A fumaça sobe verticalmente
1	1 a 2	A fumaça se inclina, mostrando a direção do vento
2	7 a 12	O vento é sentido no rosto; as folhas dos vegetais são agitadas
3	13 a 18	Movimento constante das folhas e pequenos galhos e arbustos; as bandeiras são desfraldadas
4	19 a 26	Levanta poeira e papéis soltos; os galhos são movidos
5	27 a 35	Arbustos e pequenas árvores são sacudidas; formação de pequenas ondas com cristas na água
6	36 a 44	Movimento observado nos galhos grandes das árvores; a abertura de guarda-chuvas é difícil; o vento assobia nos fios metálicos
7	45 a 55	As árvores grandes são sacudidas; o caminhar contra o vento é difícil
8	56 a 66	Os galhos grandes das árvores são quebrados; praticamente impossível caminhar contra o vento
9	67 a 77	Danos estruturais leves; telhas são arrancadas de telhados
10	78 a 90	Árvores são arrancadas; consideráveis danos estruturais
11 e 12	91 a 104	Raro. Verificam-se grandes danos, catastróficos

Fonte: Laroca, 1995.

No entanto, devido ao reduzido número de amostras, não foi possível fazer uma análise mais profunda e aqui é citado somente como informação adicional. Na macieira, Tóth et al. (2003) também detectaram variações na concentração de néctar e na composição do açúcar, não só entre cultivares mas também nos diferentes estádios de florescimento das gemas e em flores de diferentes idades.

A inexistência de néctar em São Joaquim, em 2006, possivelmente teve como causas principais a maior incidência de vento, pois, conforme (Free, 1993), este provoca um aumento da evaporação. Também a pouca quantidade de chuva pode estar envolvida. Esta evidência é apoiada pelo trabalho desenvolvido por Wyatt et al. (1992), os quais verificaram que a irrigação equivalente a 10cm de chuva proporcionou aumento do volume e da quantidade de açúcar do néctar produzido, em aproximadamente duas vezes mais. Em São Joaquim, considerando somente os dias chuvosos ocorridos durante a floração, foi registrada uma média de 2,4mm.dia⁻¹ na cv. Housui e 5,5mm.dia⁻¹ na cv. Kousui. Já em Caçador, foi registrada a média de 9,9mm.dia⁻¹ na cv. Housui e 9,2mm.dia⁻¹ na cv. Kousui.

Segundo Farkas & Orosz-Kovács (2003), na Hungria, uma boa produção de néctar é obtida em dia ensolarado e medianamente quente (20° a 27°C), sem vento e com umidade relativa do ar entre 30 e 40%. No caso das flores não ensacadas, em São Joaquim, a inexistência de néctar foi agravada pela ação direta do sol (maior evapotranspiração) e pela atividade dos insetos visitantes florais.

Flores sem néctar somente são atrativas aos insetos polinizadores caso produzam continuamente grande quantidade de pólen (Farkas & Orosz-Kovács, 2003). Tal situação explica a presença da grande quantidade do coleóptero *Astylus quadrilineatus* em São Joaquim, descrito com maior detalhe no Capítulo 9. Segundo Ventura et al. (2007), insetos do gênero *Astylus spp.* se alimentam do pólen das flores.

Em Caçador, em 2006, as cvs. Housui e Kousui apresentaram produção de néctar instantâneo muito inferior ao do néctar potencial. Na maioria das vezes, a produção de néctar instantâneo foi muito baixa ou inexistente. Em 2007, não foi detectada produção de néctar instantâneo na cv. Nijisseiki. Na cv. Housui, em 2006, a produção do néctar instantâneo iniciou na fase 3F3 (0,2µL/flor), quando as flores estavam no estágio de balão; e aumentou na fase 3F4, quando o botão de flor estava recém aberto e as pétalas ainda curvadas. A partir desta fase, a produção foi nula, possivelmente, em razão do início da visitação dos insetos às flores.

Em alguns dias da coleta de néctar potencial na fase 3F4, em Caçador, não houve produção em algumas das repetições. Isso se deve à influência das condições climáticas descritas anteriormente. Por exemplo, em dois dias durante o mês de outubro, as temperaturas atingiram

19° e 22°C. E, para agravar, foi registrada uma das mais baixas umidades relativa do ar (57,0%) e o vento atingiu a escala dois (2) a quatro (4) Graus Beaufort, indicando velocidades entre 7 e 26 km/h. Esses três eventos (elevada temperatura, baixa umidade do ar e constância de ventos) aumentaram a evapotranspiração e reduziram não só a quantidade do néctar nas flores ensacadas, mas principalmente nas não ensacadas (néctar instantâneo). A detecção de néctar instantâneo na fase 3F4 (0,8 µL) ocorreu devido a presença das pétalas não totalmente expandidas, o que amenizou a ação direta dos ventos e dos raios solares no interior da flor, reduzindo então a taxa de evaporação e permitindo que uma pequena quantidade de néctar permanecesse no interior da flor. A produção de néctar instantâneo da cv. Kousui foi praticamente nula em todas as fases avaliadas, com exceção da fase 3F6 (0,1 µL/flor).

Em 2006, em Caçador, a produção do néctar potencial foi nula na fase 3F1 para as três cultivares avaliadas. Somente a partir da fase 3F2, na cv. Housui, ocorreu pequena produção de néctar. Esta cultivar apresentou as maiores produções nas fases 3F4 e 3F5 (3,4 µL/flor) e declinou a partir das fases 3F6 e 3F7, sendo nula na fase 3F8. A cv. Kousui iniciou a produção mais tardiamente, na fase 3F4, sendo que na fase 3F5 teve seu pique produtivo (2,6 µL/flor) e reduziu a produção nas fases 3F6 e 3F7, sendo nula na fase 3F8 (Figura 6.1).

A cv. Nijisseiki, também em 2006 e em Caçador, iniciou a produção de néctar potencial quando as flores estavam na fase “balão” (3F3), manteve a produção elevada entre as fases 3F5 e 3F7, com pico na fase 3F7 (3,6 µL/flor), e praticamente zerou na fase 3F8 (Figura 6.1). Este comportamento da cv. Nijisseiki diferiu das cvs. Housui e Kousui. No entanto, em 2007, em Caçador, o comportamento produtivo da cv. Nijisseiki diferiu do ano anterior, pois seu pico de produção de néctar ocorreu na fase 3F5 (5,4 µL/flor), reduziu para 2,1 µL/flor na fase 3F7 e foi nula na 3F8 (Figura 6.2).

Isso indica que conforme o ano, as variações nas condições climáticas provocam alterações na quantidade do néctar produzido nas diversas fases fenológicas florais. A cv. Nijisseiki manteve elevada produção de néctar num longo período, nos dois anos avaliados. Ou seja, das fases 3F4 até a 3F7 em 2006 e das fases 3F4 até a 3F8 em 2007. Até a fase 3F7, suas flores apresentaram viabilidade de serem fertilizadas, conforme observado em outro experimento deste trabalho (Capítulo 7). Sendo o néctar um dos principais atrativos aos insetos polinizadores, tal fato indica que esta cultivar manteve boa atratividade por longo período e por isso aumentou sua probabilidade de ser polinizada e fertilizada. Tal fato pode ser considerado um fator adaptativo positivo à sua sobrevivência genotípica, o que foi comprovado pela sua maior produção de sementes por fruto (4,8 a 6,7 sementes), em 2006. Outro atributo positivo da cv.

Nijisseiki foi o maior período de duração da floração, considerando os estádios fenológicos das gemas de flores entre F e G: 13 dias. A cv. Kousui apresentou 12,3 dias e a cv. Housui 11,4 dias.

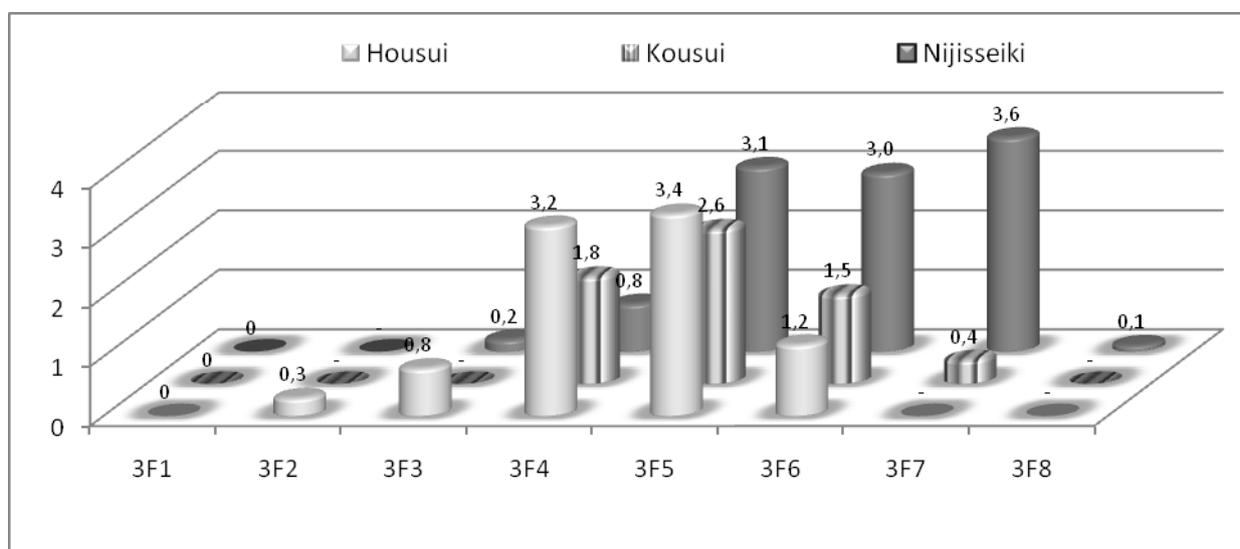


Figura 6.1- Produção média ($\mu\text{L}/\text{flor}$) de néctar potencial (com ensacamento das flores) em diferentes fases fenológicas da flor (3Fx) nas cultivares Housui, Kousui e Nijisseiki, em Caçador, 2006 (safra 2006/2007).

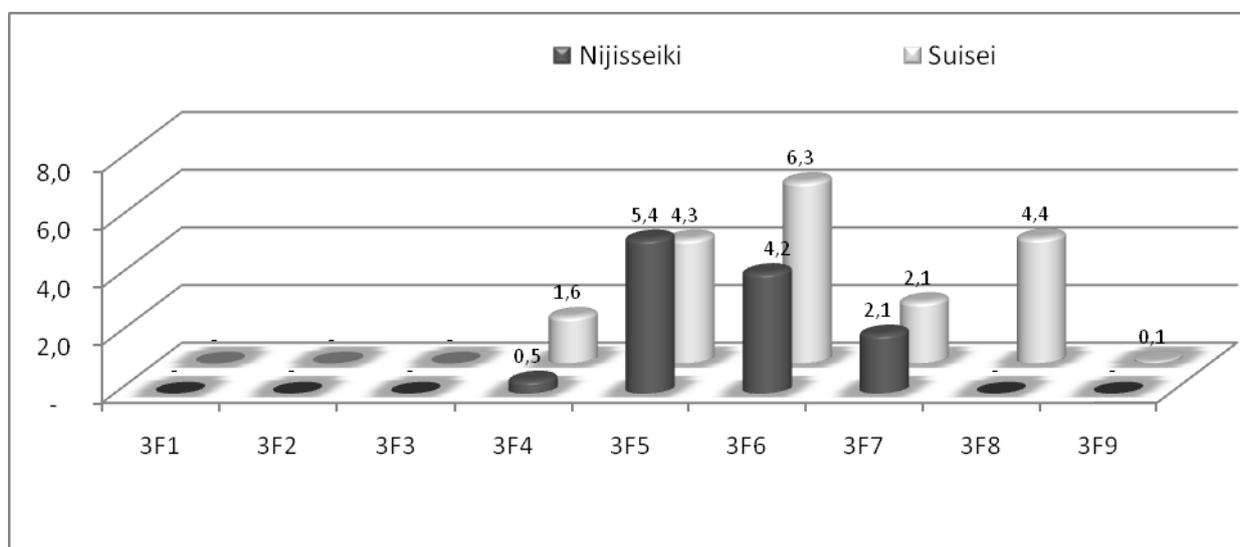


Figura 6.2 - Quantidade de néctar potencial (μL) (com ensacamento) em diferentes fases fenológicas das flores (3Fx) de pereira japonesa cvs. Suisei e Nijisseiki, em Caçador, 2007 (safra 2007/2008).

Em 2007, em Caçador, a cv. Suisei produziu maior quantidade de néctar potencial que o produzido pelas cvs. Housui e Kousui em 2006. Sua produção iniciou na fase 3F4, teve pico na fase 3F6 (6,3 μ L/flor) e na fase 3F9 foi muito baixa (1,3 μ L/flor) (Figura 6.2).

Comparando as cultivares Nijisseiki, Housui, Kousui e Suisei, verifica-se que a plenitude produtiva de néctar ficou concentrada entre as fases fenológicas da flor 3F4 e 3F7 (Figura 6.1). Esta fase é relacionada aos estádios fenológicos das gemas florais “F1” à “G”, as quais devem ser relevadas e priorizadas no manejo das colméias por que efereceram as maiores quantidades de recursos alimentares e atrativos aos polinizadores.

McGregor (1976) cita que a produção de néctar inicia quando a flor se abre e encerra-se após a fertilização. Em 2006, a cv. Housui não seguiu este padrão, pois iniciou a produção de néctar na fase 3F2, antes da flor atingir a antese (3F3), o que pode ser uma desvantagem fisiológica da cv. Housui perante as outras citadas, já que nas fases anteriores (3F1 e 3F2) não há ação de insetos polinizadores sobre a flor e por isso não há razão biológica para tal evento. Considerando a citação anterior de McGregor (1976), a cv. Housui também apresentou desvantagem fisiológica ao final da floração, já que ela não produziu néctar numa fase em que ainda seria possível ocorrer a fecundação - fase 3F7 - conforme indicou os resultados em outro experimento deste trabalho (Capítulo 7). A cv. Nijisseiki iniciou a produção de néctar na fase 3F3 em 2006, e na fase 3F4 em 2007. As cvs. Kousui e Suisei iniciaram a produção na fase 3F4.

Foram detectadas diferenças na quantidade de néctar produzido entre as flores de uma mesma gema, estejam numa mesma fase fenológica ou não. Por exemplo, em diferentes flores de uma mesma inflorescência da cv. Kousui, na fase 3F5, foram detectadas quantidades de 8,91 μ L e 9,95 μ L. Também ocorreram diferentes quantidades de néctar entre flores de diferentes gemas, mas na mesma fase fenológica floral: 1,33 μ L e 3,2 μ L. Logo, para a quantificação do néctar podem ocorrer diferenças entre flores de igual ou de diferentes fases fenológicas florais (3Fx), estejam elas numa mesma ou em diferentes inflorescências.

Nesta pesquisa, a quantidade diária de néctar produzido variou entre cultivares e entre as fases das flores. Nos dois anos de avaliação, as maiores e menores produções diárias de néctar, considerando somente as flores que o produziram, foram respectivamente: cv. Suisei com 6,3 μ L na fase 3F6 e 1,3 μ L na fase 3F9; cv. Nijisseiki com 5,4 μ L na fase 3F5 e 0,1 na fase 3F8; cv. Housui com 3,4 μ L na fase 3F5 e 0,3 μ L na fase 3F2; e a cv. Kousui com 2,6 μ L na fase 3F5 e 0,4 μ L na fase 3F7.

A quantidade de néctar produzido diariamente também varia entre espécies. Trabalhos (Free, 1993; Benedek, 1996) mostram que em cerejeira azeda varia de 1,1 a 12,2 μ L (1 μ L = 1 mg); em cerejeira doce 0,81 a 2,30 μ L; em macieira 0,77 a 4,40 μ L; em damasco 0,28 a 11,85 μ L

mas com tendência para situar-se entre 2,0 e 3,0 μ L; em pessegueiro 2,2 a 6,4 μ L; em amendoeira 0,53 a 1,13 μ L, e em pereira 0,84 a 8,5 μ L. Este último autor cita que pesquisas desenvolvidas em outros países demonstraram que uma flor de pereira produz, em média, 6,9 \pm 0,3 μ L de néctar com concentração média de 14,9°Brix de açúcar. Já uma flor de macieira produz 2,7 \pm 0,2 μ L de néctar com 36,2°Brix, e o pessegueiro 2,0 \pm 0,2 μ L de néctar com 30,5 \pm 1,5°Brix. Barbola et al. (2006) pesquisando a planta de Gervão (*Stachytarpheta maximiliani*), consideraram que uma produção inferior a 10,0 μ L de néctar por flor durante a sua antese pode ser considerada baixa. Já Machado & Oliveira (2000) trabalhando com *Cesearia grandiflora* consideram a quantidade de 4,0 μ L por flor um volume relativamente abundante. Logo, a quantidade de néctar produzido para ser considerada elevada ou não, depende da espécie avaliada e do tipo da flor.

Teor de açúcar

De uma maneira geral, nos dois locais avaliados em Santa Catarina, somente as flores das cvs. Suisei e Nijisseiki produziram quantidade de néctar próxima às citações de Free (1993) e Benedek (1996), enquanto as cvs. Housui e Kousui produziram a metade ou menos. No entanto, ao considerar as outras frutíferas, em especial a macieira e pessegueiro, pode-se considerar que a pereira produziu quantidade semelhante e satisfatória de néctar por flor. O problema foi seu baixo teor de açúcar.

Durante a coleta de néctar numa mesma flor, eventualmente foi realizado mais de uma vez o uso de micropipetas para coletar todo o volume existente. Em algumas dessas situações, foi verificado que o teor de sólidos solúveis totais (SST) apresentou pequenas alterações. Por exemplo, numa das flores da cv. Kousui foi detectado teores de 5,0° e 5,5°Brix; em outra 6,0°, 6,5° e 7,5°Brix e, em outra, 15,0° e 19,0°Brix. Estes dados foram coletados um dia após ter ocorrido chuva. Num outro dia, onde não havia chovido nos dias anteriores, também ocorreram pequenas diferenças nos valores, tais como 6,0° e 7,0°Brix. O teor de açúcar também variou entre diferentes flores de uma mesma gema de flor mas que estavam na mesma fase fenológica floral, seja considerando pequenos teores de 5,0°, 5,5° e 9,5°Brix; 4,0° e 8,5°Brix ou valores maiores, de 16° e 21 °Brix. Logo, o teor de açúcar no néctar pode variar entre flores de diferentes fases florais de uma mesma gema e também pode variar, mas em menor quantidade, entre coletas seqüenciais numa mesma flor. Benedek (1996) cita que a concentração de açúcar no néctar apresenta correlação negativa com o volume de néctar produzido, mas a correlação é positiva entre o volume de néctar produzido e a produção total de açúcar. Isso ajuda explicar

estas pequenas variações nos teores de açúcar entre as flores de uma mesma gema ou entre flores de diferentes gemas.

O teor de sólidos solúveis totais (SST[°]Brix) variou conforme a fase da flor, para todas as cultivares analisadas. Na cv. Kousui, o teor foi menor na fase 3F4 (1,3[°]Brix), teve pique na 3F5 (10,4[°]Brix) e após diminuiu, até a 3F8, com 1,0[°]Brix (Figura 6.3). Na cv. Nijisseiki, em 2006, foi menor na fase 3F3 (1,3[°]Brix) e, em 2007, na 3F4 (5,8[°]Brix), apresentando maior teor na fase 3F5 (10,2[°]Brix) em 2006 e na fase 3F7 (10,0[°]Brix) em 2007, e 1,0[°]Brix na fase 3F8 em 2006 (Figuras 6.3 e 6.4). Na cv. Suisei, na fase 3F4 apresentou 11,4[°]Brix, teve pique na 3F7 (30,1[°]Brix) e somente 1,3[°]Brix na 3F9 (Figura 6.4). Na cv. Housui, em 2006, o teor de SST variou entre 5,0[°] e 27,0[°]Brix, com média de 11,8[°]Brix (dados não apresentados). Não foi possível obter o teor de SST nas fases iniciais (3F1, 3F2 e em alguns casos na 3F3) de cada cultivar, pois nestas não ocorreu produção de néctar.

Tóth et al. (2003) citam que a visita de abelhas é relacionada positivamente com o teor de açúcar do néctar, sendo que se o néctar não é atrativo ou é inviável, as abelhas passam a coletar pólen (Free, 1993). Considerando somente esta característica, é de se esperar que nas fases de pico do teor de açúcar (3F5 e 3F7) a flor se apresenta mais atrativa aos insetos polinizadores. Principalmente na fase 3F5, a flor aliou outras características desejáveis à atratividade dos insetos: pétalas bem desenvolvidas, sacos polínicos avermelhados e contendo grande quantidade de pólen com maior aptidão de germinação, além da maior produção de néctar. Os dados coletados indicam que possivelmente da fase 3F5 já há deiscência de pólen, sendo que na fase 3F6 ela já é detectada. Nessas duas fases fenológicas citadas a fertilidade da flor tende ser maior, pois resultados obtidos em outro experimento desse trabalho resultou 100% de frutos da Nijisseiki fertilizados quando polinizados manualmente entre as fases 3F3 e 3F7.

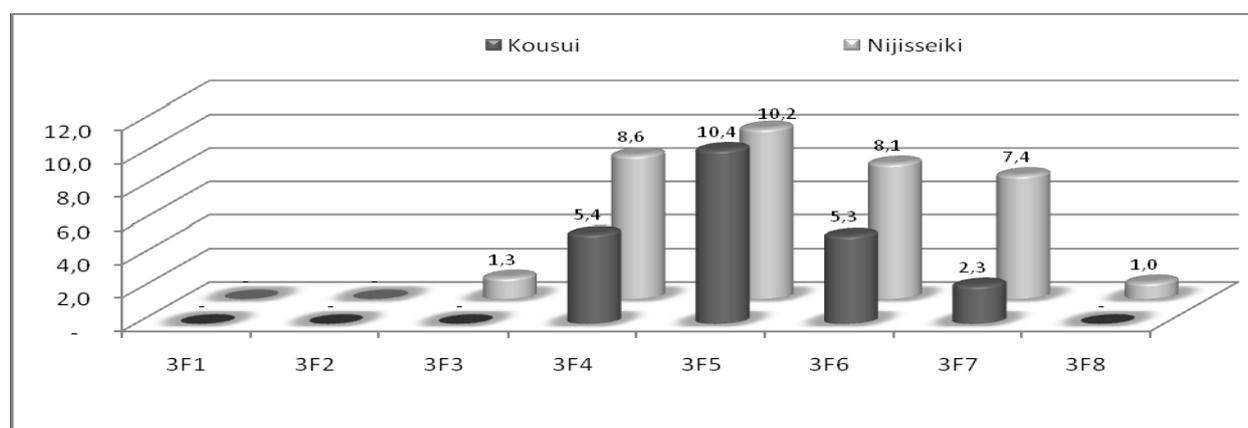


Figura 6.3 - Teor de sólidos solúveis totais (°Brix) do néctar potencial (com ensacamento) em diferentes fases fenológicas da flor (3Fx) em duas cultivares de pereira japonesa em Caçador, 2006.

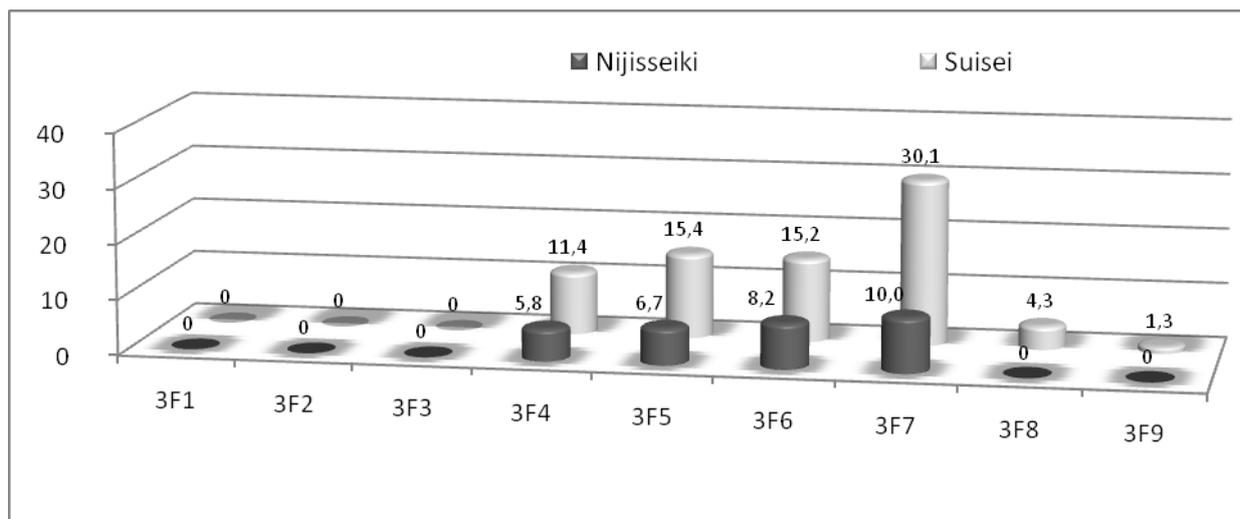


Figura 6.4 - Teor de sólidos solúveis totais (°Brix) do néctar potencial (com ensacamento) em diferentes fases fenológicas da flor (3Fx) nas cvs. Nijisseiki e Suisei, em Caçador, 2007.

Benedek (2003) cita que na pereira cerca de 95% das abelhas coletam pólen e 5%, néctar. Já na macieira, cerca de 10% a mais das abelhas coletam néctar do que pólen. O número de visitas das abelhas em 100 flores, durante 10 minutos, foi maior no pessegueiro (cerca de 25 visitas), seguida da macieira (14 visitas) e da pereira (6 visitas). Tais situações foram relacionadas à concentração de açúcar no néctar, ou seja, quanto maior seu teor em °Brix, maior foi a atratividade da flor. Benedek (1996) cita que no marmeleiro o teor de SST (°Brix) varia de 40,0° a 50,0°; em cerejeira azeda varia entre 20,0° e 60,0°Brix; em ameixeira varia entre 16,5° e 56,7 °Brix; em damasqueiro varia entre 5,4° e 63,9°Brix e há tendência para valores maiores; em pessegueiro varia entre 16,2° e 26,9°Brix ou entre 28,0° e 52,0°Brix; em amendoeira varia entre 5,8° e 38,5°Brix ou entre 5,8° e 6,1°Brix. Segundo Tóth et al.(2003), as abelhas não procuram néctar se a sacarose é inferior a 4,0% do total dos açúcares ou a mistura glicose+frutose é inferior a 8,0% ~ 9,0%. As abelhas preferem néctar que apresente relação (sacarose)/(glicose + sacarose) > 0,5. Citam que o néctar de pereira contém hexose, mas não sacarose o conteúdo da frutose é baixo, o que demonstra que além da baixa quantidade de açúcar o néctar também não possui boa qualidade e por isso não é tão atrativo às abelhas. Estudos desenvolvidos por Liu et al. (2007) indicaram que quando a concentração do açúcar no néctar manteve-se entre 15 a 35% a presença de compostos secundários, como os fenólicos, proporcionou maior atração às abelhas *Apis cerana*, indicando uma sinergia positiva entre o açúcar e os compostos fenólicos. Se isto também ocorrer com o néctar produzido pelas flores da pereira nas fases florais mais

importantes, o baixo valor obtido neste trabalho (5,0° a 27,0°) pode amenizar a falta de atração de seu néctar aos insetos polinizadores. No entanto, esta identificação não foi estudada neste trabalho.

Face à pereira produzir semelhante quantidade de néctar quando comparada com outras frutíferas, é o seu baixo teor de açúcar que induz baixa atratividade às abelhas melíferas. Isto afeta negativamente a procura de suas flores por parte dos insetos polinizadores e, conseqüentemente, pode reduzir a fertilização e a fixação dos frutos. Possivelmente, essas características atuaram na evolução da pereira, fazendo com que ela mantivesse elevada percentagem de frutos produzidos por partenocarpia, conforme é citado por diversos autores e também detectado em outro experimento dessa pesquisa.

Assim, para continuar atraindo os polinizadores, a flor da pereira encontrou outra forma de compensá-los, através da produção de grande quantidade de pólen por flor. Isso foi observado principalmente em São Joaquim. Neste local, há um inseto com capacidade polinizadora mas que não exige elevado teor de açúcar no néctar, pois é atraído mais pelo pólen da flor. Este é o caso do *Astylus quadrilineatus*, descrito aqui (Capítulo 9) pela primeira vez no Brasil polinizando a pereira. Outra opção para proporcionar melhor polinização é a instalação de maior número de colméias nos pomares e adoção de manejo diferenciado para induzir as abelhas melíferas se direcionarem mais às flores da pereira para coletarem pólen.

6.4 - Conclusões

A produção de néctar potencial (com ensacamento das flores) é maior que a do néctar instantâneo (sem ensacamento).

A produção de néctar inicia nas fases 3F3 e 3F4, quando a flor está respectivamente na fase de balão ou recém aberta, e geralmente termina na fase 3F7, quando todos os sacos polínicos estão enegrecidos mas a flor ainda possui pétalas.

A atração da flor da pereira aos insetos polinizadores é exercida principalmente pela biomassa dos grãos de pólen, fator que favorece alta incidência do coleóptero *Astylus quadrilineatus*.

A cv. Nijisseiki mantém por mais tempo níveis elevados da produção de néctar e de concentração de açúcar e por isso mantém-se atrativa aos polinizadores por maior período.

Maior produção diária (2,6 ~ 6,3 μ L/flor) e maior teor médio de Sólidos Solúveis Totais (5,3° ~ 15,4°Brix) de néctar geralmente ocorrem nas fases fenológicas 3F5 e 3F6.

A principal causa da menor atração das flores de pereira aos insetos polinizadores é o baixo teor de açúcar produzido pelo seu néctar.

CAPÍTULO 7

RECEPTIVIDADE DOS ESTIGMAS DA PEREIRA JAPONESA EM DIFERENTES FASES FENOLÓGICAS DA FLOR

7.1 - Introdução

Quando se usa pólen compatível para polinizar as flores da pereira, a fertilização e a fixação de frutos situam-se próximo a 100%, desde que a polinização seja realizada até quatro dias após a antese, sendo que o período efetivo da polinização da pereira não excede sete dias após a abertura da flor (Hiratsuka et al., 1985). Quanto mais tardia for a polinização menor será a fixação de frutos. Em cerejeira doce foi identificado que o fator limitante para a fertilização e a fixação do fruto foi a longevidade do óvulo e dos sacos embrionários, os quais iniciam a degenerescência quatro a cinco dias após a antese (Stösser & Anvari, 1983). Na pereira, Sansol et al. (2003) citam que em regiões de clima frio o fator limitante atuando no período efetivo de polinização é o lento crescimento do tubo polínico. Mas, em regiões de clima com temperatura mais elevada, eles identificaram que o fator limitante não foi o desenvolvimento do tubo polínico e nem a degeneração do óvulo, mas sim o período de receptividade estigmática.

O período de receptividade do estigma representa a sua habilidade em reter o grão de pólen em sua superfície e proporcionar rápida germinação e penetração do tubo polínico no estilete. No entanto, o termo “viabilidade do estigma” pode representar os passos anteriores e

também incluir o crescimento do tubo polínico até o saco embrionário, para que ocorra a fertilização. Este período varia entre espécies e cultivares. A baixa temperatura e a chuva podem reduzir drasticamente a receptividade do estigma. A alta temperatura, a baixa umidade e o vento reduzem rapidamente a secreção estigmática (Soltész et al., 1996) e, conseqüente, a fixação do pólen no estigma. No entanto, em condições ideais, o colapso do estigma e a paralisação de sua secreção bem como o colapso dos tecidos condutores do tubo polínico no estilete, cerca de cinco a dez dias após a antese, não afetaram a fixação e a germinação dos grãos de pólen e o crescimento do tubo polínico em flores de cerejeira doce (Stösser & Anvari, 1983).

Na pereira, ocorre a protoginia, ou seja, o órgão feminino entra em antese antes do masculino. Desta maneira, o estigma está receptivo ao pólen trazido por insetos polinizadores antes da deiscência dos sacos polínicos da própria flor. Por isso, a pereira é classificada como planta que apresenta entomofilia e não anemofilia (pólen transportado pelo vento) (Dennis 2003). A atratividade das flores aos insetos se deve primeiramente ao néctar e ao pólen; a isso, deve ser somada à presença de pétalas vistosas que sinalizam o recurso floral. Já o tamanho da flor, a facilidade de acesso ao néctar, ao pólen e o número de estames não são fatores que influenciam o aumento da visita dos insetos (Benedek, 2003).

Em locais com pouca quantidade de frio durante a vernalização, como a região de Caçador, a macieira forma flores menores e deficientes em reservas. Nestas, Petri (2002a) e Petri & Leite (2004) citam que o óvulo pode ter desenvolvimento anormal, resultando no abortamento do embrião e queda da flor. O mesmo comportamento é esperado na pereira.

Diversos fatores podem afetar a polinização, conforme descritos por Faoro (1994), Nyéki (1996b) e Petri (2002b). Após os grãos de pólen tocarem o estigma, eles se hidratam e liberam enzimas hidrolíticas e aminoácidos por meio de suas paredes, e germinam. Esta fase é afetada pela temperatura e situa-se como ideal em torno de 15°C. Já o tubo polínico se desenvolve melhor em temperaturas de até 25°C. Dennis (2003) cita que temperaturas mais elevadas durante o crescimento do tubo polínico podem ser mais indicadas mas, em contrapartida, diminuem a receptividade dos estigmas e reduzem a frutificação.

Bubán (1996) cita que quanto maior for a quantidade de tubos polínicos dentro de estigma, melhor será a fertilização. Tal fato reforça a importância de grande quantidade de grãos de pólen produzidos nas anteras das flores para se tornarem mais atrativas às abelhas.

O objetivo deste trabalho foi determinar o melhor período receptivo dos estigmas das flores de diferentes cultivares de pereira japonesa, nas diferentes fases fenológicas da flor (3Fx).

7.2 - Material e métodos

O experimento foi realizado na Estação Experimental de Caçador (EECD), em 2006 e 2007.

As gemas foram ensacadas com pequenos sacos de papel manteiga transparentes quando as flores estavam na fase de botão floral rosado (3F1) ou levemente rosado (3F2), no caso da cv. Nijisseiki. Essas fases fenológicas das flores seguiram as descritas na Figura 4.2 do Capítulo 4. Esses sacos foram abertos diariamente para verificação da fase de desenvolvimento das flores, para então, caso estivessem na fase programada, ser procedida a polinização manual com pólen da cv. Yali. Este pólen foi previamente coletado, seco e armazenado dentro de vidros tampados com algodão e em embalagens contendo sílica-gel, as quais foram mantidas em geladeira doméstica. No processo de polinização manual, somente foram afastadas as pétalas e o pólen foi aplicado sobre os estigmas utilizando um pincel nº 6. Nenhum órgão da flor foi retirado.

As flores da cv. Housui foram polinizadas nas seguintes fases florais: 3F1, 3F2, 3F3, 3F4 e 3F5. A polinização manual e o ensacamento das flores deram-se em 07/10/2006, tendo cada tratamento 10 repetições. As flores da cv. Nijisseiki foram polinizadas nas fases 3F3, 3F4, 3F5, 3F6 e 3F7, tendo cada tratamento 20 repetições. Para esta cultivar, a polinização manual e o ensacamento das flores realizaram-se entre 7 e 12/11/2006. Em 2007 foi utilizada a cv. Suisei, cuja polinização manual e ensacamento das flores realizaram-se entre 11 e 17/10/2007. A colheita dos frutos da cv. Housui ocorreu em 31/01/2007 e os da cv. Nijisseiki em 19/03/2007. Os da cv. Suisei ocorreu em 02/2008.

Foram avaliadas o número de gemas com frutos no estágio “J” (frutificação efetiva) e na colheita, e o peso dos frutos e o número de sementes por fruto. Eventualmente, quando uma gema possuía dois frutos, foi obtido o peso médio desses. Para calcular o período efetivo de polinização (PEP) foi considerada a polinização desde a fase 3F4 até quando a fase polinizada proporcionou fixação de frutos acima de 30%.

7.3 - Resultados e discussão

Em 2006 (safra 2006/2007), considerando o estágio J, a cv. Housui apresentou as maiores percentagens de gemas com frutos nas fases fenológicas 3F4 (70,0%) e 3F5 (80,0%), quando polinizada manualmente. Estes percentuais foram reduzidos para 60,0% na colheita. As menores percentagens de fixação ocorreram nas fases iniciais da brotação das flores: 3F1 à 3F3. Esses resultados indicam certo risco em considerar somente o estágio “J” como índice de fixação de frutos, principalmente na pereira, já que nela é comum o processo de partenocarpia. Foi baixo o

número de frutos por gema e o número de sementes por frutos (1,0) da cv. Housui (Tabela 7.1). Possivelmente, isso decorreu em virtude da alternância climática e das baixas temperaturas ocorridas após a polinização. Esses fatores também foram detectados por Dantas et al. (2001) em cruzamentos de portas-enxertos de macieira. Em setembro de 2006, durante a florada da cv. Housui, ocorreram sete dias com temperaturas inferiores a 10°C

A boa eficiência da fixação dos frutos obtida com a polinização manual está de acordo com as citações de Petri et al. (2001b) na pereira e por Petri et al. (2006) na macieira. Faoro et al. (2005), ao contrário do presente trabalho, verificaram na macieira que a polinização manual resultou numa menor percentagem de frutos fixados no estágio J, comparativamente à polinização natural realizada pelos insetos polinizadores. Tal situação, possivelmente foi decorrente de eventuais danos físicos ocasionados nas flores da macieira durante o processo de emasculação. Esta possibilidade também foi relatada por Brooks et al. (1993). Outro fator indutor de danos nas flores pode decorrer do ensacamento, por indução de efeito micro-climático desfavorável, tal como o aumento excessivo da temperatura e a redução da radiação solar sobre as flores (Wyatt et al., 1992; Kears & Inouye, 1993). No caso do presente trabalho, não foi detectado danos físicos nas flores da pereira ou redução da taxa de fixação dos frutos decorrentes da polinização manual, por que no processo adotado as flores não foram emasculadas. Tal situação está de acordo com Free (1993), que geralmente a fixação de frutos obtida com a polinização manual é semelhante à obtida com abelhas.

Como testemunha, foram utilizadas flores da cv. Housui polinizadas naturalmente pelos insetos. Elas produziram menor percentagem de frutos fixados no estágio J (30,0%), mas na colheita, a percentagem foi semelhante àqueles tratamentos em que a polinização manual realizou-se nas fases 3F4 e 3F5 (50,0%). A testemunha produziu baixa quantidade de frutos por gema e de sementes por fruto, indicando que a polinização manual, nas diversas fases fenológicas florais testadas, foi eficiente (Tabela 7.1). As percentagens da fixação de frutos ficaram acima de 10%, valor considerado como um bom índice por Nyéki et al. (2006) e confirmou a cv. Yali como boa doadora de pólen para as cultivares testadas.

Na cv. Nijisseiki, em 2006, todas as gemas de flor fixaram frutos, tanto no estágio “J” como na colheita, mantendo o número de frutos por gema acima de 1,2. Estes frutos produziram elevado número de sementes, variando entre 4,8 na fase 3F3 e 6,7 na fase 3F4. Comparando-a com a cv. Housui, a cv. Nijisseiki apresentou características superiores quanto ao potencial produtivo (Tabela 7.1) ao produzir maior número de gemas com frutos. Também, ficou evidente que o número de sementes por fruto está mais associado à cultivar (fator genético) do que ao efeito da polinização ou do clima (fator ambiental).

Tabela 7.1 – Número de frutos por gema, percentagem de gemas com frutos e número de sementes viáveis por fruto das cvs. Housui, Nijisseiki e Suissei polinizadas em diferentes fases fenológicas da flor (3Fx), em Caçador, em 2006 (safra 2006/2007) e 2007 (safra 2007/2008).

Fase fenológica da flor (3Fx)	Estádio J		Colheita		
	n°frutos/gema ⁽¹⁾	% gemas c/ fruto	% gema c/fruto	n° fruto/gema ⁽¹⁾	Sementes viáveis/fruto ⁽¹⁾
----- cv. Housui (2006) -----					
3F1	1,6	50,0	30,0	1,7	0,2
3F2	1,0	50,0	20,0	1,0	0,5
3F3	1,4	50,0	30,0	1,3	0,5
3F4	1,3	70,0	60,0	1,0	0,0
3F5	1,1	80,0	60,0	1,0	1,0
Testemunha ⁽²⁾	1,3	30,0	50,0	1,3	0,6
----- cv. Nijisseiki (2006) -----					
3F3	1,6	100,0	100,0	1,5	4,8
3F4	1,4	100,0	100,0	1,2	6,7
3F5	1,4	100,0	100,0	1,5	6,0
3F6	1,3	100,0	100,0	1,5	5,1
3F7	1,8	100,0	100,0	1,6	5,2
----- cv. Suissei (2007) -----					
3F3	1,6	46,7	46,7	1,3	4,3
3F4	1,4	93,3	66,7	1,2	5,4
3F5	1,5	86,7	60,0	1,6	5,4
3F6	1,4	73,3	80,0	1,7	5,5
3F7	1,4	46,7	46,7	1,1	4,1
3F8	1,2	66,7	40,0	1,3	4,4

(1): valores considerando somente as gemas com frutos ou os frutos colhidos. (2): as flores ficaram sujeitas à polinização natural.

No entanto, o efeito da temperatura não pode ser descartado, pois Hedhly et al. (2003) trabalhando com cerejeira doce detectaram que altas temperaturas (20° a 30°C) durante a floração reduziram a germinação e a penetração do tubo polínico. A adesão e a germinação do pólen passou a declinar dois a três dias após as flores serem submetidas às temperaturas citadas, enquanto a penetração do tubo polínico declinou a partir do primeiro dia após a antese e foi nula dois dias após a antese quando submetido a 30°C, e cinco dias após a antese quando a 20°C. Em outro trabalho, com a mesma frutífera, Hedhly et al. (2005) observaram que a adesão dos grãos de pólen sobre o estigma foi significativamente menor a 30° do que a 15°C e ocorreu tendência da germinação do pólen ser menor na temperatura mais elevada.

A cv. Housui produziu menos que uma (<1,0) semente por fruto entre as fases 3F1 e 3F5, em 2006. Neste mesmo ano, a cv. Nijisseiki produziu 4,8 a 6,7 sementes por fruto nas fases 3F3 e 3F7. No ano seguinte, a cv. Suisei produziu 2,2 a 3,3 sementes por fruto entre as fases 3F3 e 3F8 (Tabelas 7.1). Esses resultados diferem dos dados de Herrero (1983), que trabalhando com a pereira cv. Agua de Aranjuez, na Espanha, obteve frutos com sete sementes quando a polinização foi realizada na antese, mas quando a polinização foi realizada seis dias após a antese, não foi gerada nenhuma semente. O elevado número de sementes por fruto nas cvs. Nijisseiki e Suisei afastou a ocorrência de partenocarpia nestas cultivares.

A polinização manual, tanto nas fases fenológicas iniciais (3F1) como nas finais (3F7 ou 3F8), proporcionou boa fixação de frutos. Mas, nas primeiras três fases antes da antese da flor (3F1, 3F2, 3F3), como observado na cv. Housui, a fixação de frutos foi menor. Essa situação indicou que muitos dos carpelos (estigma, estilete e ovário) já estavam aptos à receber o pólen e permitir o crescimento do tubo polínico e fertilização do óvulo, antes da flor abrir.

Na pereira, isso é explicado pela protoginia, onde o estigma (órgão feminino) torna-se receptivo antes das anteras (órgão masculino) da própria flor liberar os grãos de pólen (McGregor, 1976). Em outras frutíferas também ocorre a protoginia. Exemplo é a Goiabeira-Serrana (*Acca sellowiana*), onde o estigma é receptivo desde 24 horas antes até 10 horas após a deiscência das anteras (Santos et al., 2007).

O período mais propício à fixação de frutos ocorreu entre as fases 3F4 e 3F5, na cv. Housui, e entre as fases 3F4 e 3F6, na cv. Suisei. A cv. Nijisseiki apresentou 100,0% de fixação em todas as fases avaliadas (3F3 à 3F7). Como resultado, pode-se afirmar que as fases 3F4 a 3F7 apresentaram as melhores condições para a fixação dos frutos. Estas fases contemplam desde quando as flores estão recém abertas até quando ainda apresentam todas as pétalas mas todos os sacos polínicos estão enegrecidos. Este resultado, em parte, foi mais abrangente que ao obtido por Hiratsuka et al. (1985), os quais verificaram que na pereira japonesa a maior fixação de

frutos ocorreu quando a polinização foi realizada entre dois dias antes e dois dias depois da abertura floral.

A pereira apresenta longa duração do “período efetivo de polinização” (PEP), o qual pode variar de três a 15 dias (Nyéki & Soltész, 1996), ou seis (Herrero, 1983; Hiratsuka et al., 1986) a sete dias após a antese. Stösser & Anvari (1983) trabalhando com cerejeira doce, demonstraram que o fator limitante para a fixação dos frutos é a longevidade do óvulo. Segundo eles, o colapso das papilas do estigma que aderem o pólen e o colapso das células do estilete não afetou o crescimento do tubo polínico (desde que ele já esteja no filete), resultando num PEP de quatro a cinco dias para a cerejeira doce.

Neste trabalho, o período efetivo de polinização (PEP) estimado para a cv. Nijisseiki foi de pelo menos cinco (5) dias, compreendendo desde a fase 3F4 até a 3F7. Para a cv. Suisei, foi de seis (6) dias, considerando desde a fase 3F4 até a 3F8. Esse longo período fértil das flores pode ser uma vantagem seletiva (Doorn, 1997), já que a pereira é dependente de insetos polinizadores por ser alógama. Em ambientes onde ocorre baixa atividade de polinizadores, esta característica certamente é uma vantagem positiva por que haverá maior tempo para as flores serem polinizadas. Por outro lado, após a flor ser polinizada, pode haver indução para a abscisão das pétalas ainda túrgidas, estando esta atividade regulada pelo etileno e dissolução da parede celular das células (Door & Stead, 1997). A partir da fase 3F8, com o início da queda das pétalas, a proporção dos insetos polinizadores na planta decresceu, fato este também relatado por (Free, 1993).

7.4 - Conclusões

A taxa de fixação dos frutos no estágio J é maior quando comparada com a taxa na colheita.

A polinização manual propicia fixação de frutos superior à das flores polinizadas por insetos.

Maior taxa de fixação de frutos ocorre entre as fases 3F4 e 3F6.

Flores da cv. Nijisseiki tem período efetivo de polinização (PEP) de pelo menos cinco dias (até a fase 3F7), enquanto as da cv. Suisei tem pelo menos seis dias (até a fase 3F8).

A cv. Nijisseiki produz maior número de sementes por fruto (4,8 ~ 6,7 sementes) que as cvs. Suisei (2,2 ~ 3,3 sementes) e Housui (< 1,0 semente).

OCORRÊNCIA DE PARTENOCARPIA EM CULTIVARES DE PEREIRA ASIÁTICA

8.1 - Introdução

Para a produção comercial de pereira, se indica uma percentagem de plantas polinizadoras entre 10,0 e 12,0% do total das plantas do pomar (Faoro & Brighenti, 2006), 12,0% (Raseira & Petri, 2003), 12,5 a 14,0% (Petri et al., 2001b) ou mesmo até 20%. Essas percentagens se justificam por que a pereira possui flores com baixa concentração de açúcar no néctar (10 a 15%) e por isso é pouco atrativa aos insetos polinizadores (Silva, 2001).

Nos atuais pomares comerciais onde existe uma a duas cultivares polinizadoras é comum a floração de uma destas se iniciar mais precoce ou mais tardiamente que a floração da cultivar produtora. Muitas vezes, não há sincronismo mínimo de 50 a 60% entre a produtora e polinizadora, conforme recomendam Soltész (1996b) e Soltész (2003a). Outras vezes, as plantas polinizadoras produzem poucas flores e a quantidade de insetos polinizadores é pequena. Essa primeira situação está relacionada às flutuações anuais na quantidade de horas ou unidades de frio durante a vernalização, comuns no sul do Brasil. Como resultado, se esperaria uma baixa taxa de fixação de frutos, o que não ocorre, pois se observa uma boa produtividade.

Em muitas Rosáceas, a partenocarpia é comum, sendo exemplos mais conhecidos algumas cultivares de macieira (Hauagge & Bruckner, 2002) e de pereira europeia (Crane & Lewis, 1942; Duganova, 1980; Lombard, 1990; Nyéki & Soltész, 2003). Este termo foi utilizado pela primeira vez por Later Noll, em 1902 (Griggs & Iwakiri, 1954), e indica o desenvolvimento do fruto sem a polinização e a fertilização do óvulo (Recasens, 1990) e, conseqüentemente, sem produção de sementes (Griggs et al., 1957; Nyéki & Soltész, 1998b; Musacchi, 2007). A longevidade do óvulo é um fator importante para garantir o crescimento de frutos

partenocárpicos. Na literatura internacional, a citação da ocorrência de partenocarpia em pereira européia é comum, mas não em pereiras asiáticas.

Na pereira, ocorre auto-incompatibilidade gametofítica (Tassinari et al., 2004), que significa o insucesso da interação entre o tubo polínico (inclusive o grão de pólen) em penetrar ou crescer normalmente no estigma ou no tecido do ovário de flores que contenham o mesmo genótipo (Halász et al., 2006). A inibição pode ocorrer desde a germinação do pólen até o crescimento do tubo polínico (Hiratsuka et al., 2001), ou mesmo até a fertilização do óvulo ou na primeira divisão do zigoto. Logo, a incompatibilidade gametofítica é uma forma de infertilidade causada pelo insucesso de uma flor ser fertilizada pelo seu próprio pólen e produzir sementes (Schifino-Wittmann, 2002), mesmo possuindo pólen e óvulo normais (Goldway, 2007). Considera-se que há incompatibilidade quando mais de 70% das flores não apresentam fecundação (Ishimizu et al., 1998). No entanto, a esterilidade e a auto-incompatibilidade, que impedem a autofertilização das flores da pereira, podem ser ofuscadas pela partenocarpia (Crane & Lewis, 1942).

Segundo Sato (1993) e Soltész (2003b), a fixação de frutos pode ser influenciada pela ocorrência de temperaturas mais elevadas ou também pelo estágio floral muito jovem ou muito velho da flor (McGregor, 1976; Nyéki, 1996a). Quando esses fatores estão envolvidos e propiciam a autofecundação, esse evento é designado como “pseudocompatibilidade” (Leite & Souza, 2003) ou pseudofertilidade. A sua maior ou menor ocorrência pode variar entre cultivares.

Temperaturas altas (20° a 25°C) (Nyéki, 1996a) ou amenas (15° a 20°C) durante a floração podem induzir autofertilidade pela desativação ou inibição do locus “S” e, como consequência, não há produção suficiente de RNases. Esta inativação possivelmente se deve à inserção de vários CH₃ na região promotora do receptor “L”, causando o bloqueio da transcrição do referido gene “S” (Pancaldi, 1995). Isso possibilita a autofecundação entre genótipos que possuem os dois alelos “S” da incompatibilidade gametofítica idênticos, com consequente formação de poucas sementes viáveis e baixa fixação de frutos (1 a 5%). Essas mesmas temperaturas podem aumentar a percentagem de frutos partenocárpicos e por isso sem sementes (Lombard, 1990), o que pode causar confusão entre esses dois processos caso não seja observado se há ou não formação de sementes viáveis. Na maioria das regiões sul-brasileiras onde a pereira é cultivada, é comum a ocorrência de temperaturas médias superiores a 16 °C durante a floração, o que pode desencadear a produção de frutos partenocárpicos.

Jackson (2005) cita que temperaturas entre 25° e 30°C durante o crescimento do tubo polínico aumentam a reação de incompatibilidade e inibe precocemente os tubos polínicos

incompatíveis. Já temperaturas entre 8° e 15°C proporcionam maior crescimento de tubos polínicos. Na macieira, Free (1993) cita que temperaturas ideais para a fertilização se situam entre 18 e 27°C, pois abaixo de 16°C o crescimento do tubo polínico é reduzido.

Neste trabalho foi investigado o sistema reprodutivo da pereira japonesa, e em especial se objetivou detectar a percentagem de fixação de frutos, a fecundidade e a incidência de partenocarpia, anemofilia e autofecundação em duas cultivares de pereira japonesa submetidas a duas diferentes regiões climáticas de Santa Catarina, Brasil.

8.2 - Material e métodos

A pesquisa foi desenvolvida nas Estações Experimentais de Caçador (EECD) e de São Joaquim (EESJ), da EPAGRI. Os tratamentos testados, foram: T1) flores emasculadas e deixadas sob efeito do ambiente; T2) flores emasculadas e imediatamente polinizadas; T3) flores emasculadas e imediatamente polinizadas e ensacadas com sacos de papel kraft pardo; T4) flores emasculadas e autopolinizadas e ensacadas com sacos de papel kraft pardo; T5) flores emasculadas e ensacadas com saco de papel kraft pardo; T6) flores emasculadas e ensacadas com tecido voal branco; T7) flores não emasculadas e ensacadas com papel kraft pardo; T8) flores não emasculadas e ensacadas com voal branco; T9) flores não emasculadas e polinizadas manualmente; T10) flores não emasculadas e deixadas sob o efeito do ambiente (testemunha). Alguns desses tratamentos foram para analisar a possibilidade da ocorrência de polinização cruzada (T1 e T10), de anemofilia (T6 e T8), de incompatibilidade gametofítica (T2, T3, T4, T8, T9) e de autofecundação ou xenogamia forçada (T4 e T7). Para avaliar a possibilidade de partenocarpia, os tratamentos T4, T5, T6, T7 e T8 foram montados para esta especificidade, embora todos os demais tratamentos foram considerados com possibilidade de também expressá-la.

A emasculação foi realizada com auxílio de uma tesoura pequena e furada no centro de suas duas lâminas, sendo retiradas neste processo as pétalas e os estames. Nos dois locais, foram utilizados pólenes previamente colhidos, secos e armazenados. Os pólenes usados foram os da cv. Yali em Caçador e o da cv. Packham's Triumph misturado com o da cv. Willians' Precoce, em São Joaquim. A polinização manual foi realizada uma única vez (polinização simples), nos tratamentos T2, T3 e T9. O tratamento T4 teve polinização manual, utilizando o seu próprio pólen (autofecundação).

As flores foram emasculadas na fase 3F3. A avaliação da fixação dos frutos ocorreu no estádio "J", quatro a seis semanas após a polinização (Nyéki, 1996a), e na colheita, com a

seguinte fórmula: número de frutos maduros ou fixados pela planta/número de gemas avaliadas x 100. Para a classificação da fixação de frutos, foi adotada a seguinte escala (Nyéki e Soltész, 1998a): a) sem frutos: 0% de fixação; b) muito baixa: 0,1 a 1,0% de fixação; c) baixa: 1,1 a 4,0%; d) média: 4,1 a 8,0%; e) alta: 8,1 a 15%; f) muito alta: 15,1 a 30,0; g) extremamente alta: 30,1 a 60%. Para efeito comparativo, outra escala de fixação também foi utilizada (Wertheim, 1996): a) má fixação: 0,1 a 4,9% de frutos fixados; b) fixação moderada: 5,0 a 9,9%; c) fixação boa: 10 a 24,9%; d) fixação muito boa: > 25%.

Para a classificação da autofertilidade, foram utilizadas duas escalas. A primeira considerou a cultivar autofértil quando a fixação de frutos foi superior a 5% nas flores autopolinizadas; com baixo grau quando a fixação situou-se entre 1,1 e 5%; e auto-incompatível quando a fixação foi inferior a 1%. A outra escala foi baseada na quantidade de sementes produzidas pelos frutos, conforme Nyéki e Soltész (1998a): a) fecundidade muito baixa: 0,1 a 1,0 semente/fruto; b) baixa fecundidade: 1,1 a 3,0 sementes/fruto; c) fecundidade intermediária: 3,1 a 5 sementes/fruto; d) fecundidade alta: 5,1 a 10,0 sementes/fruto.

Para a avaliação da partenocarpia (frutos sem sementes), a escala adotada foi baseada nas citações de Nyéki et al. (1993) e Nyéki et al. (1998): a) sem tendência à partenocarpia ou não suscetíveis: 0% de frutos fixados sem sementes; b) tendência muito baixa: 0,1 a 1% de frutos sem sementes; c) tendência baixa: 1,1 a 5% de frutos sem sementes; d) tendência intermediária: 5,1 a 10% de frutos sem sementes; e) tendência alta: 10,1 a 20% de frutos sem sementes; f) tendência muito alta: mais que 20,1 % de frutos sem sementes.

Os dados gerados na safra 2006/2007 foram analisados em delineamento inteiramente ao acaso, com desenho fatorial considerando cultivares (duas) x tratamentos (10) e 10 repetições. Os dados foram transformados em raiz de $X + 0,5$.

8.3 - Resultado e discussão

Na análise de dados do número de frutos fixados no estádio J e do número de frutos fixados na colheita, em Caçador e na safra 2006/2007, não houve diferença estatística entre a interação cultivares e tratamentos. Já em São Joaquim, houve diferença estatística na interação cultivares e tratamentos (Anexos 8.1a, 8.1b e 8.2a). Nesta safra, em Caçador, a fixação de frutos/gema, tanto no estádio J como na colheita, foi maior na cv. Kousui (respectivamente 1,42 e 1,07) que na cv. Housui (respectivamente 1,11 e 0,94) (Tabela 8.1).

Tabela 8.1- Comparação do número médio de frutos por gema no estádio “J” e na colheita, das cvs. Housui e Kousui, em Caçador, SC, 2006 (safra 2006/2007).

Cultivar	Frutos/gema (nº)	
	Estádio “J” ⁽¹⁾	Colheita ⁽²⁾
Housui	1,1 b	0,9 B
Kousui	1,4 a	1,1 A

Nota: Dentro de cada coluna, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste F a 1% de probabilidade no estádio J(1) e a 5% de probabilidade na colheita (2).

Na cv. Housui, em 2006 (Tabela 8.2) e 2007 (Tabela 8.3), tanto no estádio J como na colheita, os tratamentos onde foi realizada polinização manual (T2, T3 e T9) apresentaram elevada taxa de fixação de frutos, variando entre 40% e 100%. Na cv. Kousui, variou entre 30% a 90% (Tabela 8.2). Resultados expressivos na fixação dos frutos, ao utilizar polinização manual, também foram obtidos por Ketchie et al. (1996), trabalhando com a pereira cv. Anjou.

Conforme Kajiura et al. (1974), no Japão, a cv. Housui quando polinizada por diversas cultivares japonesas apresentou fixação de frutos variando entre 38% e 96% e média de 67,8%. Esta média está situada acima da obtida durante a colheita nos tratamentos anteriormente citados (51%) ou quando a polinização foi natural (T10: 20% a 50%), nas duas safras avaliadas. Isto indica a possibilidade de aumento potencial da produtividade desta cultivar, mesmo Ketchie et al. (1996) citando que um dos problemas da pereira é a inconsistência na taxa de fixação de frutos. Portanto, esses valores podem variar em diferentes safras e cultivares, mas também são dependentes dos tratamentos culturais adotados, tais como manejo mais adequado das colméias para melhorar a polinização. Benedek (1996) diz que a fixação de frutos é influenciada pela melhor fertilização decorrente de visitas mais intensivas das abelhas polinizadoras.

Tendo como base a escala desenvolvida por Nyéki e Soltész (1998) para a classificação da fixação de frutos na colheita, as duas cultivares, nos dois locais, apresentaram diferentes classificações quando se considerou os tratamentos com polinização natural (T10). Em 2006 a cv. Housui apresentou alta taxa (20%) em Caçador e taxa extremamente alta (50%) em São Joaquim. A cv. Kousui apresentou taxa extremamente alta (40%) nos dois locais. Em 2007, um ano onde o inverno foi mais rigoroso nos meses de maio e julho em Caçador, a cv. Housui apresentou maior percentagem de frutos por gema (50%) que em 2006, e foi classificada como uma cultivar de fixação extremamente alta.

Na classificação proposta por Wertheim (1996), a cv. Housui apresentou fixação de frutos boa (10 a 24,9%) a muito boa (>25%).

Tabela 8.2 - Percentagens de frutos fixados no estágio J” e na colheita, de frutos com sementes viáveis, e número médio de sementes viáveis por fruto das cultivares Housui (H) e Kousui (K) em Caçador e São Joaquim, 2006 (safra 2006/2007).

Tratamento	Local e gemas com frutos							
	Caçador				S.Joaquim			
	J ⁽¹⁾ (%) (H+K)	Colheita (%)	% Frutos com sementes ⁽²⁾	Sementes/ Fruto (n°) ⁽³⁾	J ⁽¹⁾ (%) (H)	Colheita (%) (H+K)	% Frutos c/semente ⁽²⁾	Semen./ Fruto (n°) ⁽³⁾
(T1) emasculação + ambiente	50 ab	40	0	0,0	20 cd	20	0	0,0
(T2) emasculadas + polinizadas artificial + ambiente	70 ab	40	100	3,2	100 abd	60	67	6,5
(T3) emasculadas + polinização artificial + ensacada kraft marrom	50 ab	40	67	3,5	90 bcd	50	60	7,3
(T4) emasculada + autopolinizada + ensacadas kraft marrom	90 a	60	0	0,0	20 cd	20	0	0,0
(T5) emasculadas + ensacadas kraft marrom	70 ab	30	0	0,0	30 bcd	10	0	0,0
(T6) emasculadas + ensacadas voal branco	30 b	20	0	0,0	30 bcd	10	0	0,0
(T7) não emasculadas + ensacadas kraft marrom	50 ab	50	0	0,0	40 bcd	0	0	0,0
(T8) não emasculadas + ensacadas voal branco	50ab	20	0	0,0	10 d	10	100	1,0
(T9) não emasculadas + polinização artificial	50 ab	40	25	2,0	100 a	60	80	2,8
(T10) polinização natural (testemunha)	20 b	20	0	0,0	80 ab	50	50	1,0
C.V. (%)	36,9	n.s.	-	-	27,8	-	-	-

(1): Estádio J os frutos atingem o tamanho de uma noz (3~5cm de diâmetro); (2): percentagem somente sobre os frutos colhidos; (3): somente considerando os frutos que produziram sementes; (n.s.): não significativo. Nas colunas, números seguidos por letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

Tabela 8.3 – Percentagens de frutos fixados no estádio “J” e na colheita, de frutos com sementes viáveis e número médio de sementes viáveis por fruto da cv. Kousui em Caçador e São Joaquim, 2006 (safra 2006/2007).

Tratamento	Local e gemas com frutos							
	Caçador				S.Joaquim			
	J ⁽¹⁾ (%) (H+K)	Colheita (%)	% Frutos com semente ⁽²⁾	Sementes/ Fruto (n°)	J ⁽¹⁾ (%) (K)	Colheita (%)	% Frutos com Semente ⁽²⁾	Sementes/ Fruto ⁽³⁾ (n°)
(T1) emasculação + ambiente	50 ab	50	0	0,0	40 b	10 b	0	0,0
(T2) emasculadas + polinizadas artificial + ambiente	70 ab	30	33	3,0	80 ab	50 ab	22	1,0
(T3) emasculadas + polinização artificial + ensacada kraft marrom	90 ab	50	13	1,0	80 ab	40 ab	0	0,0
(T4) emasculada + autopolinizada + ensacadas kraft marrom	90 a	40	0	0,0	80 ab	60 ab	0	0,0
(T5) emasculadas + ensacadas kraft marrom	50 b	30	0	0,0	30 b	20 b	0	0,0
(T6) emasculadas + ensacadas voal branco	60 b	30	0	0,0	40 b	10 b	0	0,0
(T7) não emasculadas + ensacadas kraft marrom	70ab	70	0	0,0	80 a	70 a	0	0,0
(T8) não emasculadas + ensacadas voal branco	70 ab	60	0	0,0	0	0	0	0,0
(T9) não emasculadas + polinização artificial	90 ab	80	39	1,6	80 ab	50 ab	17	1,0
(T10) polinização natural (testemunha)	90 ab	40	0	0,0	60 ab	40 ab	0	0,0
C.V. (%)	73	n.s.	-	-	27,8	31,9	-	-

(1): no estádio “J” os frutos atingem o tamanho de uma noz (3~5cm de diâmetro) ; (2): percentagem somente sobre os frutos colhidos; (3): somente considerando os frutos que produziram sementes. Nas colunas, números seguidos por letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

E, a cv. Kousui, fixação muito boa. Esta cultivar mostrou melhor estabilidade produtiva, pois em 2006, tanto em Caçador como em São Joaquim, a taxa de fixação foi a mesma (40%). A cv. Housui, ao apresentar maior taxa de fixação quando cultivada numa região mais fria (São Joaquim no ano de 2006), respondeu melhor que a cv. Kousui quanto ao aumento do frio durante a vernalização. Considerando o potencial adaptativo e descartando outros fatores, como a incidência e severidade à certas doenças e a produção de frutos pequenos, a cv. Kousui apresentou melhor adaptação produtiva que a cv. Housui nas regiões de clima mais quente, como a de Caçador.

As elevadas percentagens de fixação de frutos obtidas neste trabalho, quando comparadas às citadas pela literatura, tais como 3% a 5% (Leite & Souza; 2003) ou entre 3,0 e 20,0% (Soltész, 2003), ficaram acima do esperado. Essa diferença deve também ser creditada à forma de avaliação, pois aqui foi considerado o número de frutos por inflorescência e não por flor, conforme indica Nyéki (1996). Este autor também cita que repetir a polinização manual um a dois dias após a primeira polinização (polinização dupla) induz cerca de 14% a mais de fixação de frutos que a polinização simples (realizada uma única vez). Inclusive, na polinização dupla melhor se repete o que normalmente ocorre no processo natural realizado pelos insetos polinizadores. No entanto, neste trabalho, optou-se pela polinização simples devido aos riscos de chuvas durante as épocas de instalação dos tratamentos, o que poderia impedir uma segunda polinização em alguns dos tratamentos e assim desfavorecê-los em comparação aos outros.

Altos valores de fixação de frutos, tanto em Caçador como em São Joaquim, indicam que eventuais problemas produtivos da pereira não estão relacionados somente com este fator, mas também com a baixa produção de gemas florais por planta, ao reduzido número de flores por gema, ao baixo teor de açúcar no néctar e à baixa quantidade de insetos polinizadores, dentre outros. Alguns desses fatores foram detectados por Faoro & Nakasu (2001) em Caçador, onde a cv. Housui somente produziu flores em 37,5% das gemas e cada uma destas gemas produziu somente 2,5 flores; a cv. Kousui foi melhor e produziu flores em 48,0% das gemas e 8,4 flores por gema, enquanto a cv. Yali, que é menos exigente em frio hibernal, apresentou 100,0% das gemas com flores e 8,4 flores por gema. Mais uma vez os dados indicaram que a cv. Housui enfrenta problemas adaptativos nas condições climáticas semelhantes às de Caçador, mesmo considerando que o pomar estava produzindo entre o oitavo e nono ano cerca de 37 t/ha (Faoro, 2001a).

Na colheita, as taxas de fixação dos frutos foram comumente inferiores às do estágio “J”, devido à queda de frutos. Segundo Racskó et al. (2006), esta queda ocorre em três fases: a) no final ou logo após o florescimento; b) seis a oito semanas após o florescimento; c) na pré-colheita. A sistemática da queda dos frutos é muito semelhante entre a macieira e a pereira. Na primeira fase, a queda é mais intensa e se dá pela má fertilização. Nesta fase, após iniciar a diferenciação do endosperma, o primórdio do embrião não consegue fornecer substâncias de crescimento para além do pedúnculo da flor, pois ele utiliza-as totalmente em seu crescimento. Segundo Jackson (2005), frutos sem sementes não induzem o estímulo necessário para a produção de hormônios, carboidratos e boa nutrição e provocam a formação de uma zona de abscisão no pedúnculo, e os frutos caem cerca de 15 a 28 dias após o final da floração. Essa fase termina quando o endosperma multinucleado inicia o desenvolvimento da parede celular entre o núcleo, seguida de uma segunda síntese de hormônio (auxina). Na segunda fase, ocorre o crescimento vigoroso do embrião, o qual consome o tecido do endosperma que sintetiza auxina e, conseqüentemente, reduz a sua produção e então inicia a queda do fruto. Caso o crescimento do embrião seja completado, o endosperma volta a sintetizar auxina e o fruto não cai. Na terceira fase, caso as folhas das plantas apresentem danos ocasionados por doenças, pragas ou meios físicos, a nutrição dos frutinhas fica deficiente e eles caem. Neste trabalho, a queda de frutos foi observada entre a primeira e segunda fase, tendo como provável causa a má polinização que resultou em baixa ou não fertilização dos óvulos, já que o número de sementes por frutos foi baixa em alguns dos tratamentos e nula em outros (T1, T4, T5, T6 e T7), principalmente na cv. Kousui em 2006 e na cv. Housui em 2007.

É citado que frutos de pêra com menos de duas a três sementes (Silva, 2001) ou até quatro (Jackson, 2005) apresentam maior propensão à queda que frutos com mais de cinco sementes. Tal situação não ocorreu no primeiro ano de pesquisa, considerando somente os tratamentos onde foi realizada a polinização manual (T2, T3 e T9), em Caçador e em São Joaquim. Em 2006 (safra 2006/2007) os frutos das cvs. Housui e Kousui com mais de 5,0 sementes apresentaram redução média de 40% na fixação de frutos entre o estágio J e a colheita; com 4,9 a 3,1 sementes/fruto a redução foi de 30%; entre 3,0 e 2,1 sementes/fruto, a redução foi de 40%; e abaixo de 2,0 sementes/fruto a redução média foi de 24%. Na safra seguinte, frutos com 3,0 a 2,1 sementes apresentaram uma redução na fixação de 15% entre o estágio “J” até a colheita, e frutos com menos de duas sementes reduziram em 25% os frutos fixados. Considerando esses mesmos tratamentos, o número médio de sementes por fruto, em

2006, foi maior na cv. Housui que na cv. Kousui, nos dois locais avaliados. Em São Joaquim, a cv. Housui produziu maior número de sementes por fruto.

A prática da polinização manual com pólen compatível (T2, T3 e T9) induziu as maiores taxas de fixação de frutos com sementes, tanto na cv. Housui como na cv. Kousui, nos dois locais testados. Nesses tratamentos, também foram registradas as maiores quantidades de sementes por fruto. A provável causa foi a grande quantidade de grãos de pólen disponível às flores, o que aumenta a efetividade polínica, segundo Jackson (2005). Na macieira, Petri (2002) também cita que a polinização manual proporciona maior fixação de frutos e maior número de sementes por fruto.

Nas cvs. Housui e Kousui, quando as flores foram polinizadas com seu próprio pólen (T4) ou quando a autogamia natural foi forçada (T7), a fixação de frutos foi alta tanto no estágio J (50% a 90%) como na colheita (40% a 70%). Esses valores são muito superiores aos que ocorrem na macieira: até 2% (Hauagge & Bruckener, 2002). Este fato indica que a macieira, ou apresenta menor taxa de autofertilidade ou possui menor ocorrência de partenocarpia, enquanto a pereira apresenta ou elevada taxa de autofecundação ou elevada taxa de partenocarpia.

Nos tratamentos onde as gemas florais foram emasculadas e em seguida autopolinizadas e ensacadas com papel kraft (T4), ou somente foram ensacadas com papel kraft (T5), ou mesmo quando a autopolinização foi forçada devido ao ensacamento de flores não emasculadas (T7), a fixação de frutos foi alta e a pseudofertilidade ou autofertilidade poderia explicar tal possibilidade. Para isso ser confirmado, haveria necessidade dos frutos produzirem sementes viáveis, conforme citam Tassinari et al. (2004). Mas, nesses tratamentos, não houve produção de sementes tanto na cvs. Housui como na cv. Kousui (Tabelas 8.2 e 8.3). Isto comprovou que elas não são autogâmicas ou autoférteis e não expressaram a pseudofertilidade ou autofertilidade, seja em local onde o inverno foi ameno (Caçador) ou rigoroso (São Joaquim).

As altas taxas de fixação dos frutos sem sementes, obtidas nos dois locais e nas duas safras avaliadas, são atribuídas à partenocarpia. Para estimular sua ocorrência, além do fator genético, estão envolvidos o vigor da planta e a temperatura. Em Caçador foram registradas temperaturas mais elevadas que em São Joaquim, nas duas safras e durante a floração.

Na safra 2006/2007, considerando a percentagem média dos frutos fixados na colheita dos seis tratamentos, onde não ocorreu formação de frutos com sementes (T1, T4, T5, T6 e T7), a cv. Housui produziu 40% de frutos partenocárpicos em Caçador e 12% em São Joaquim. A cv. Kousui, avaliada na colheita, produziu 44% de frutos partenocárpicos em Caçador e 34% em São Joaquim (Tabelas 8.2 e 8.3). Na safra seguinte, nos mesmos tratamentos, a cv. Housui produziu 45% de frutos parteocárpicos (Tabela 8.4).

Tabela 8.4– Percentagens de frutos fixados no estádio “J”, na colheita e de frutos com sementes, e número de sementes viáveis por fruto da cv. Housui em Caçador, 2007 (safra 2007/2008).

Tratamento	Gemas com frutos			
	Estádio “J” ⁽¹⁾ (%)	Na colheita (%)	Frutos com semente (%) ⁽²⁾	Sementes/fruto ⁽³⁾ (n°)
(T1) emasculação + ambiente	55	55	0	0,0
(T2) emasculadas + polinizadas artificial + ambiente	85	45	50	1,4
(T3) emasculadas + polinização artificial + ensacada kraft marrom	80	60	78	1,8
(T4) emasculada + autopolinizada + ensacadas kraft marrom	70	60	0	0,0
(T5) emasculadas + ensacadas kraft marrom	75	45	0	0,0
(T6) emasculadas + ensacadas voal branco	30	10	0	0,0
(T7) não emasculadas + ensacadas kraft marrom	95	55	0	0,0
(T8) não emasculadas + ensacadas voal branco	65	35	10	1,0
(T9) não emasculadas + polinização artificial	80	65	69	2,3
(T10) polinização natural (testemunha)	70	50	15	1,0

(1): no estádio “J” os frutos atingem o tamanho de uma noz (3~5cm de diâmetro) ; (2): percentagem somente sobre os frutos colhidos; (3): somente considerando os frutos que produziram sementes.

Logo, quanto maior foi a quantidade de dias com temperaturas acima de 15°C maior foi a incidência de frutos partenocárpicos, principalmente no local com temperaturas mais altas durante a floração (Caçador). Este resultado está de acordo com a citação de Lombard (1990), em que temperaturas entre 15 e 20°C aumentam a percentagem de frutos partenocárpicos.

Segundo Griggs & Iwakiri (1954), há correlação positiva entre o vigor das plantas e a indução à partenocarpia. Assim, esta característica pode ser um dos indutores da elevada taxa de produção de frutos partenocárpicos obtida neste trabalho, já que nos dois locais as plantas das cvs. Housui e Kousui estavam enxertadas sobre *Pyrus calleryana* e *P. betulaefolia*, portas-enxerto considerados vigorosos (Faoro & Brighenti, 2006). Embora esta seja uma desvantagem, o seu uso é muito comum nos pomares comerciais brasileiros por que a pereira japonesa apresenta incompatibilidade com portas-enxerto de marmeleiros, os quais induzem menor vigor às plantas copas (Masseron, 1989).

Outro fator ligado com o excesso de vigor da planta é a indução de menor densidade de produção de flores, fator também observado neste trabalho. Rodrigues & Castro (1998), ao compararem o número de gemas florais por metro linear em ramos da cv. Abate Fetel enxertada sobre quatro diferentes portas-enxerto na Argentina, registraram: com marmeleiro cv. BA29 a quantidade de 36,09 corimbos.m⁻¹ e produtividade de 22,7 t.h⁻¹; com marmeleiro cv. Provence a quantidade de 20,90 corimbos.m⁻¹ e 21,3 t.ha⁻¹; com marmeleiro cv. M.A. 25,06 corimbos.m⁻¹ e 20,9 t.ha⁻¹; e com a pereira *Pyrus communis*, a de maior vigor dentre as analisadas 3,49 corimbos.m⁻¹ e 10,7 t.ha⁻¹. O primeiro tratamento citado diferiu significativamente dos demais quanto ao número de corimbos por metro linear, e os três primeiros tratamentos (com marmeleiros) diferiram do último quanto à produtividade. Deste modo, porta-enxerto ananizante, como o marmeleiro, ao induzir menor crescimento vegetativo da planta propicia maior densidade de gemas florais e maior produtividade

Quando as flores foram emasculadas e deixadas expostas ao ambiente (T1), não houve formação de frutos com sementes, pois essas flores não eram mais atrativas aos polinizadores. Isto indicou que não há necessidade de ensacamento das flores para evitar polinização indesejável em trabalhos de cruzamento manual executados em programas de melhoramento genético convencional. A mesma conclusão foi obtida por Faoro et al. (2005), em flores de macieira.

A cv. Housui produziu baixa percentagem de frutos com sementes quando as flores foram ensacadas com voal (T8), seja em São Joaquim na safra de 2006/2007 (Tabela 8.2) ou em Caçador, na safra seguinte (Tabela 8.4). Em ambos os casos, foi formada uma semente/fruto, indicando a possibilidade de polinização mediada pelo vento (anemofilia), mas em pequena

escala. Este resultado está de acordo com o de Westwood et al. (1966), os quais citam que na pereira a polinização mediada pelo vento não é tão efetiva como a realizada pelas abelhas. O mesmo foi demonstrado em trabalho desenvolvido por Sharifani & Jackson (2001), onde não ocorreu produção de sementes em frutos formados em flores isoladas das cvs. Packham's Triumph e Lemon Bergamot e, por isto, concluíram que a polinização da pereira é totalmente dependente de insetos polinizadores.

No tratamento T1, no qual foi realizada emasculação (com retirada dos estames, pétalas e sépalas) e as flores ficaram submetidas ao meio ambiente natural, não foi observada formação de frutos com sementes. Ou seja, por este tratamento pode-se concluir que não ocorreu anemofilia. Essa situação indica que no ensacamento com voal (T8) pode ter ocorrido eventual contato direto do tecido com as flores perfeitas e não emasculadas, as quais, mesmo havendo o tecido para separá-las, podem ter atraído algum inseto e eles, ao caminharem sobre o voal e acima do estilo, tocaram e provocaram a queda de pólen, e assim fertilizaram as flores. Esta situação foi bem observada em São Joaquim, onde foi comum observar insetos *Astylus quadrilineatus* (Melyridae) próximo ou sobre os estigmas das flores ensacadas com voal. Conforme McGregor (1976), flores não emasculadas continuam produzindo néctar e pólen e possuem pétalas, o que aumenta a atratividade aos insetos. Pelos dados aqui obtidos, pode-se dizer que é pouco provável ocorrer anemofilia em pereira.

Alguns insetos polinizadores, mesmo não transportando de maneira eficaz o pólen, podem ter papel positivo na fixação de frutos. Segundo Racsko (2006, informação pessoal), para ocorrer fertilização há necessidade de algum contato físico entre o agente de transferência (inseto ou pincel) do pólen com o estigma da flor. Benedek (1996) cita uma pesquisa na qual foi obtido 10,6% de fixação de frutos quando a polinização foi efetuada com pincel e somente 5,4% quando os grãos de pólen foram adicionados pela gravidade sobre as flores de macieira. Logo, o contato físico realizado por um pincel ou por um inseto, pode induzir maior fixação de frutos, graças a partenocarpia induzida. Cabe ressaltar que nos processos de polinização manual citados neste trabalho, foi utilizado pincel como vetor do pólen.

Na safra 2006/2007, as flores da cv. Kousui quando expostas às condições ambientais naturais (T10) não produziram frutos com sementes, nos dois locais avaliados (Tabela 8.3). Já a cv. Housui, nesta mesma safra (Tabela 8.2), somente produziu frutos com sementes em São Joaquim, mas na safra seguinte (Tabela 8.4), produziu em Caçador. Neste segundo ano, o número de unidades ou horas de frio nos meses de maio e julho foi superior à média de 35 e 46 anos, respectivamente em São Joaquim e Caçador. Portanto, o aumento de frio durante a

vernalização e temperaturas mais baixas durante a floração (até certo limite) beneficiaram a produção de sementes na cv. Housui.

A cv. Housui, quando polinizada artificialmente em Caçador, e considerando a média entre os tratamentos T2, T3 e T9, apresentou 2,1 sementes por fruto na safra de 2006/2007 (Tabela 8.2) e 1,8 sementes por fruto na safra de 2007/2008 (Tabela 8.4). Nessa situação e tendo como base a classificação de Nyéki e Soltész (1998a), ela apresentou baixa fecundidade (1,1 a 3,0 semente/fruto). Já em São Joaquim, em 2006, a produção foi de 5,5 sementes por fruto (Tabela 8.2) e por isso ela foi classificada como apresentando alta fecundidade. A cv. Kousui, em 2006, apresentou 1,9 sementes por fruto em Caçador e 0,7 sementes por fruto em São Joaquim, resultando numa taxa de fecundidade muito baixa. Ao considerar o número de sementes por fruto quando a polinização foi natural (T10), a cv. Housui apresentou fecundidade muito baixa e a cv. Kousui teve fecundidade nula. O principal motivo parece estar ligado à baixa quantidade de insetos polinizadores em Caçador (cv. Housui com 2,3 insetos por planta durante 3 minutos) como em São Joaquim (cv. Housui com 2,2 insetos por planta durante 3 minutos e cv. Kousui com 3,0 insetos por planta durante 3 minutos). Tendo como base os dados obtidos, a cv. Housui foi mais fecunda que a cv. Kousui, sendo esta uma característica varietal, conforme Nyéki (1996) e Nyéki & Soltész (1998b).

Grande parte dos frutos colhidos em Caçador e em São Joaquim apresentaram certa assimetria, sendo os de Caçador mais assimétricos. Esta característica pode estar relacionada não só ao efeito do clima mas também à baixa quantidade ou mesmo ausência de sementes, pois frutos partenocárpicos geralmente possuem menor tamanho e diâmetro (Crane e Lewis, 1942; Callan & Lombard, 1978; Recasens, 1990; White et al., 1990) e apresentam menor teor de sólidos solúveis totais (Moriya et al., 2005) que os resultantes de polinização normal e portadores de sementes.

Tais situações evidenciam que quando há boa disponibilidade de pólen de cultivares polinizadoras, e quantidade adequada de insetos polinizadores nos pomares comerciais, a fecundidade da pereira japonesa pode aumentar consideravelmente e assim melhorar a produtividade. Em contrapartida, aumenta também a tendência para maior fixação de frutos por gema (Kajiura et al., 1974).

Ao analisar os alelos relacionados com a incompatibilidade gametofítica das cultivares envolvidas neste trabalho, tem-se a cv. Yali com alelos S_1S_1 . (Tomimoto et al., 1996); a cv. Housui com alelos S_3S_5 (Ishimuzu et al., 1998); a cv. Kousui com alelos S_4S_5 (Sato 1993); a cv. Williams Precoce possivelmente com alelos S_5S_6 ou S_1S_2 por ser mutação da cv. Williams (=cv. Bartlett) (Halász & Hegedus, 2006). Não foi encontrado na literatura os alelos da cv. Pacham's

Triumph. Logo, as polinizações manuais realizadas entre as diferentes cultivares e envolvendo os tratamentos T2, T3 e T9, tanto em Caçador como em São Joaquim, foram compatíveis entre si.

A possibilidade de macho-esterelidade é descartada mediante os resultados obtidos em trabalhos anteriores de melhoramento genético desenvolvido em Caçador, onde cruzamentos dirigidos tendo as cvs. Yali e Packhams' Triumph como polinizadoras e as cvs. Housui e Kousui como receptoras, resultaram na formação de frutos com sementes. Além disso, todas produziram pólen viável.

Ficou evidente a ocorrência de partenocarpia nas cultivares japonesas testadas devido à elevada percentagem de frutos fixados no estádio "J" e na colheita, mas sem apresentarem sementes, considerando tanto os tratamentos que não tiveram polinização manual (T5, T6, T7) como os que tiveram autofertilidade forçada (T4, T7). Nyéki (1996) destaca como característica básica da partenocarpia a inexistência de sementes viáveis nos frutos, o que está de acordo com os dados obtidos. O alto índice de partenocarpia obtido neste trabalho (Tabelas 8.2, 8.3 e 8.4) é pouco citado na literatura sobre pereira japonesa.

8.4 – Conclusões

A polinização manual proporciona maior taxa de fixação de frutos e maior produção de frutos com sementes.

A fixação de frutos da cv. Housui é maior em local mais frio (São Joaquim) ou em ano com maior quantidade de frio durante a vernalização.

As cultivares, nos dois locais avaliados, apresentam alta taxa de partenocarpia e expressam a polinização cruzada (xenogamia), mas não a autogamia.

A fecundidade da cv. Housui é baixa em Caçador e alta em São Joaquim. A fecundidade da cv. Kousui é muito baixa e por isso produz baixo número de sementes por frutos.

Região com clima mais ameno (Caçador) induz maior taxa de partenocarpia

Após a emasculação, as flores não mais são atrativas aos insetos polinizadores.

CAPÍTULO 9

ECOLOGIA DA POLINIZAÇÃO DE PEREIRA JAPONESA EM DUAS DIFERENTES REGIÕES EDAFOCLIMÁTICAS DE SANTA CATARINA, BRASIL

9.1 - Introdução

A polinização é o ato da transferência do grão de pólen maduro do saco polínico até o estigma da flor. Na pereira, para superar a barreira da incompatibilidade gametofítica e proporcionar fecundação, esta transferência deve ocorrer entre genótipos compatíveis quanto à série alélica “S” e ser intermediada por insetos polinizadores. Por isso, esta espécie é classificada como alógama e entomófila.

Os principais recursos florais que atraem os polinizadores são o néctar e o pólen (Shafir et al., 2003) e suas quantidades e qualidades determinam quais espécies de insetos visitarão as flores e o seu comportamento de forrageio (Benedek, 1996). O néctar é o componente principal para a atração dos insetos às flores (Benedek, 2003), pois nutre e serve como fonte de energia aos polinizadores. Para as abelhas, o pólen é a principal fonte de nutrientes proteicos para a alimentação das larvas e adultos com até 18 dias (Embrapa, 2003).

No entanto, há outros insetos polinizadores que se nutrem do pólen e do néctar das flores. Dados obtidos em outros trabalhos desta pesquisa demonstraram que na pereira as abelhas preferem coletar o pólen, o qual é produzido em grande quantidade. Embora suas flores também

produzam boa quantidade de néctar, ele não é atrativo devido ao seu baixo teor de açúcar (SST°Brix). No entanto, existe uma grande diferença na produção de néctar entre as cultivares, o que também pode interferir no forrageio das abelhas. Por exemplo, a cv. Winter Nellis, por produzir menos néctar, apresentou a metade do número de visitas às flores em comparação à cv. Packham's Triumph (Benedek, 1996). Também em função disso, as abelhas ficam menos tempo sobre as flores da pereira e por isso há necessidade de maior proporção de plantas polinizadoras (Soltész, 1996b). No entanto, a facilidade de acesso ao néctar e ao pólen e o número de estames não são fatores que influenciam o aumento da visita dos insetos (Benedek, 2003).

Em pessegueiro, cerca de 65% das abelhas coletam néctar e 31% coletam exclusivamente pólen. Em cerejeira azeda, 65% coletam néctar e 34% coletam exclusivamente pólen. Na cerejeira doce, 47% das abelhas coletam néctar, 32% coletam pólen e 21% coletam os dois recursos florais. Em ameixeira, cerca de 30% das abelhas coletam néctar e mais de 50% (algumas vezes 80 a 86%) coletam pólen. Em marmeleiro, cerca de 11% das abelhas coletam somente néctar, 5% somente pólen e cerca de 84% coletam os dois recursos. Logo, fica evidente que as flores de diversas frutíferas, bem como a pereira, oferecem néctar e pólen, mas a preferência varia entre um ou outro produto (néctar ou pólen), conforme a atratividade destes aos insetos polinizadores.

Observações em pomares de macieira demonstraram que a fixação de frutos sem a presença de insetos é praticamente nula ou muito baixa. Gallo et al. (2002) citam que insetos polinizadores aumentaram em 94% a produção de maçã, em 80,0% a de cebola, em 50,0% a de manga e 4,8% a de pêra. Já Delaplane & Mayer (2000) citam que a falta de polinizadores pode reduzir 60 a 70% a produção dos pomares de pereira e 90 a 100% de macieira, sendo que a presença de insetos ocasionou aumento no tamanho dos frutos de pêra, possivelmente pelo desenvolvimento de maior número de sementes (Moria et al., 2005), o que auferiu um maior lucro de US\$400,00.ha⁻¹ a US\$1.055,00.ha⁻¹ nos resultados financeiros da produção.

Um fator importante para propiciar maior visita de polinizadores sobre as flores da pereira é utilizar colméias de *Apis mellifera* no pomar e reduzir a distância das colméias até o pomar. Quando um apiário ficou a 300m de distância, a produção de frutos foi 50% inferior comparativamente quando as colméias estavam à 50m do pomar (Benedek, 1996). Nyéki (2006) indica que a distância máxima da colméia até o pomar deve ser de 20m no caso de pereiras diplóides e de 8m quando se utilizam cultivares triplóides. As abelhas, na presença de recursos florais, preferem trabalhar num raio de 100m de distância da colméia, sendo que Delaplane & Mayer (2000) preconizam a colocação de uma colméia a cada 150m. No caso de pouca quantidade de abelha polinizando os pomares, os insetos nativos assumem grande importância

(Kendall & Salomon, 1973). Geralmente, durante a floração, as abelhas iniciam seu trabalho ao raiar do dia, quando a temperatura é superior a 10°C, e trabalham até às 18hs, ocorrendo um pico máximo de visitas entre 13 e 14hs.

Neste trabalho objetivou-se avaliar as visitas dos insetos polinizadores durante a floração e identificar os principais polinizadores da pereira japonesa em dois diferentes locais edafoclimáticos de Santa Catarina.

9.2 - Material e métodos

Durante a época de floração, nos anos 2006 e 2007, foi avaliado a ecologia da polinização da pereira nas cultivares Housui, Kousui e Nijisseiki, nas Estações Experimentais de Caçador e de São Joaquim, ambas pertencentes à EPAGRI. As cultivares foram plantadas em fila única e espaçadas em 5,0 x 3,0m em Caçador e 6,0 x 4,0 em São Joaquim.

Em Caçador, durante o período de vernalização em 2006 e 2007, o número médio das horas de frio $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$ foi respectivamente de 439 horas e 550 horas. Na EESJ, foi respectivamente de 983 horas e 859 horas (Tabela 4.3 do Capítulo 4).

A partir da antese das flores, e pelo menos a cada dois dias, foram coletados insetos utilizando rede entomológica, em dois períodos: às 9hs e às 15hs. Esses insetos foram colocados em tubos mortíferos contendo algodão embebido em éter. Em seguida, foram colocados dentro de tubos de vidro e congelados em freezer doméstico. Em 11/06/2007 foram retirados do freezer doméstico para identificação. Os insetos foram alfinetados e etiquetados. Os insetos foram identificados com auxílio de chaves sistemáticas e de especialistas da Universidade Federal do Paraná, da Epagri/Estação Experimental de Caçador e da Universidade Federal de Santa Catarina. Amostras de todas as espécies foram mantidas nos Museus Entomológicos do Laboratório de Entomologia da Estação Experimental de Caçador/Epagri e do Laboratório de Entomologia Agrícola da Universidade Federal de Santa Catarina.

Nos dois horários citados anteriormente, entre o início e a plena floração e em três plantas escolhidas aleatoriamente, de cada cultivar, foi quantificado o número de insetos potencialmente polinizadores em cada planta, durante um período de três minutos. Em Caçador, em 2007, da mesma forma, foram quantificados os insetos na vegetação rasteira nas entrelinhas do pomar, considerando uma área retangular entre duas plantas de cada lado da linha. Também foram observados danos de herbivoria nas inflorescências.

9.3 - Resultados e Discussão

Em São Joaquim e Caçador, o horário de maior incidência dos polinizadores foi entre 15 e 16hs quando comparado ao período da manhã (9 às 11hs) (Tabela 9.1). Esse período da tarde é próximo ao citado por Benedek (1996), onde o pico máximo ocorreu entre às 13hs e 14hs e as abelhas permanecem ativas até às 17 ~18hs, mesmo se a temperatura decresce para 13 a 15°C. As abelhas nativas e as abelhas do gênero *Bombus* ficam ativas mesmo se a temperatura decresce pouco mais que o citado. Já os dípteros, por serem mais sensíveis ao clima, somente voam se a temperatura é amena a alta (15° a 20°C).

Delaplane & Mayer (2000) citam que as mamangavas tem certa vantagem sobre as abelhas domésticas por trabalharem até em condições climáticas adversas, tais como chuva e ventos mais intensos. O problema, segundo estes autores, é que a mamangava apresenta baixa frequência em pomares de pereira, fato este também observado em Caçador, pois as espécies se fizeram presentes em apenas três dias do período da floração, o que reduz sua importância como polinizadora da pereira. Segundo Orth (1983), apenas rainhas de *Bombus (Fervidobombus) pauloensis* Friese, 1913 (= *Bombus atratus*) forragearam sobre as flores de macieira em Caçador, nos meses de setembro e outubro e a população de operárias desta espécie social cresceu somente a partir do mês de dezembro.

No primeiro ano, a cv. Kousui foi a mais visitada por insetos polinizadores (3,0 insetos por planta durante 3 minutos). Nesta safra, o número de horas ou unidades de frio nos meses de maio e julho ficaram abaixo da média (Tabela 4.3 do Cap. 4) e a cv. Housui emitiu quase a metade de flores por gema (2,1) em relação à cv. Kousui (4,1 flores/gema). As contagens de abelhas foram realizadas quando a intensidade de floração variou entre 65% a 100% na cv. Housui, e 19,6% a 100% na cv. Kousui.

No segundo ano (safra de 2007/2008), o número de horas de frio em maio e julho foi mais intenso e superior à média dos últimos anos (Tabelas 4.1 e 4.2 do Cap. 4), favorecendo a maior emissão do número de flores por gema, a qual foi muito superior nas cvs. Housui (6,3) e Kousui (9,9) em relação ao ano anterior, enquanto a cv. Nijisseiki produziu 2,6 flores por gema. Foi registrado na cv. Nijisseiki uma média de 5,4 insetos/planta/3 minutos e na cv. Housui 5,3 insetos/planta/3 minutos (Tabela 9.1). Essas duas cultivares estavam entre o início à a plena floração, enquanto a cv. Kousui estava entre a plena e o final da floração. Logo, gemas florais com maior quantidade de flores e flores recém abertas aumentam a atratividade dos insetos polinizadores. Segundo (Benedek et al., 1998a; 1998b), este é um dos principais fatores que afeta a atividade das abelhas polinizadoras, juntamente com a velocidade do vento. O maior número

de flores por inflorescência também favorece as abelhas, ao evitar que elas gastem muita energia para visitarem maior número de inflorescências e facilita a coleta de néctar e de pólen.

Foi observado que a duração da visita das abelhas às flores era de aproximadamente seis segundos quando elas apresentavam anteras ainda avermelhadas, e cerca de um a dois segundos nas flores com anteras já enegrecidas. Isso mostra que ao detectar a inexistência de pólen, a abelha rapidamente refutava a flor.

O número ideal de polinizadores por minuto e por planta adulta, segundo Deplane & Mayer (2000) se situa entre 10 e 15 abelhas e, segundo Silva (2001), se situa entre 10 e 20 abelhas, o que perfaz 30 a 60 abelhas durante três minutos. Petri et al. (2002b), na macieira, citam como ideal a ocorrência de quatro insetos por minuto em 100 cachos florais ou 20 a 25 abelhas por minuto em cada planta adulta, o que perfaz 60 a 70 insetos polinizadores em um período de três minutos.

Tabela 9.1– Número médio de insetos polinizadores, em duas cultivares de pereira japonesa e em plantas rasteiras situadas nas entrelinhas de plantio, em Caçador (Cd) e São Joaquim (Sj), em 2006 (safra 2006/2007) e 2007 (safra 2007/2008).

Cultivar/Local	Número médio de polinizadores/3 minutos/planta					
	2006			2007 ⁽³⁾		
	Manhã (9~10hs)	Tarde (15~16hs)	Média Geral	Manhã (9~10hs)	Tarde (15~16hs)	Média Geral
Housui-Sj ⁽¹⁾	2,1	2,5	2,2	4,8	5,7	5,3
Housui-Cd ⁽²⁾	1,9	2,6	2,3	-	-	-
Kousui-Sj ⁽¹⁾	3,1	2,9	3,0	2,9	4,5	3,7
Nijisseiki-Sj	-	-	-	4,3	6,5	5,4
Plantas rasteiras-Cd	3,2	3,5	3,4	-	-	-

(-): dados não coletados.

Diversos trabalhos demonstram que o número de insetos coletores de pólen numa planta adulta e por minuto variaram conforme a cultura, sendo entre 7,1 e 15,8 insetos polinizadores na macieira; 4,0 insetos no pessegueiro e entre 6,6 e 11,3 insetos na pereira. A cv. Magnes, por ser macho-estéril, atraiu somente 1,4 abelha por minuto, enquanto as cvs. Moonglow e Williams

atraíram respectivamente 16,6 e 19,5 abelhas por minuto. Já os coletores de néctar, na pereira, variaram entre 7,7 e 14,2 insetos por planta.minuto⁻¹ (Free, 1993).

Esses valores citados são muito superiores às 2,2 ~ 3,0 abelhas por planta durante três minutos amostrada em 2006 e às 3,7 ~ 5,4 abelhas.minuto⁻¹ amostradas em 2007. Ou seja, tendo como base os maiores valores do número de polinizadores verificados em Caçador e São Joaquim, a percentagem de polinizadores observada neste trabalho situou-se em aproximadamente 4 a 10% do ideal no primeiro ano e entre 8 e 18%, no segundo ano. Para agravar os problemas de polinização, o número de insetos apresentou enorme flutuação (Figuras 9.1, 9.2). Este baixo número de insetos polinizadores por planta foi um dos fatores que resultaram numa baixa fixação natural de frutos e baixo número de sementes por frutos.

Em Caçador, em 2006, para efeito comparativo da atração entre as flores da cv. Housui e das plantas rasteiras situadas nas entrelinhas do plantio do pomar, foi avaliada a presença de insetos polinizadores nestas plantas. Como resultado, a flutuação diária desses insetos foi mais intensa nas plantas rasteiras, sendo registrado 3,3 insetos durante três minutos às 9hs e 3,5 insetos às 15hs (Tabela 9.1 e Figura 9.3).

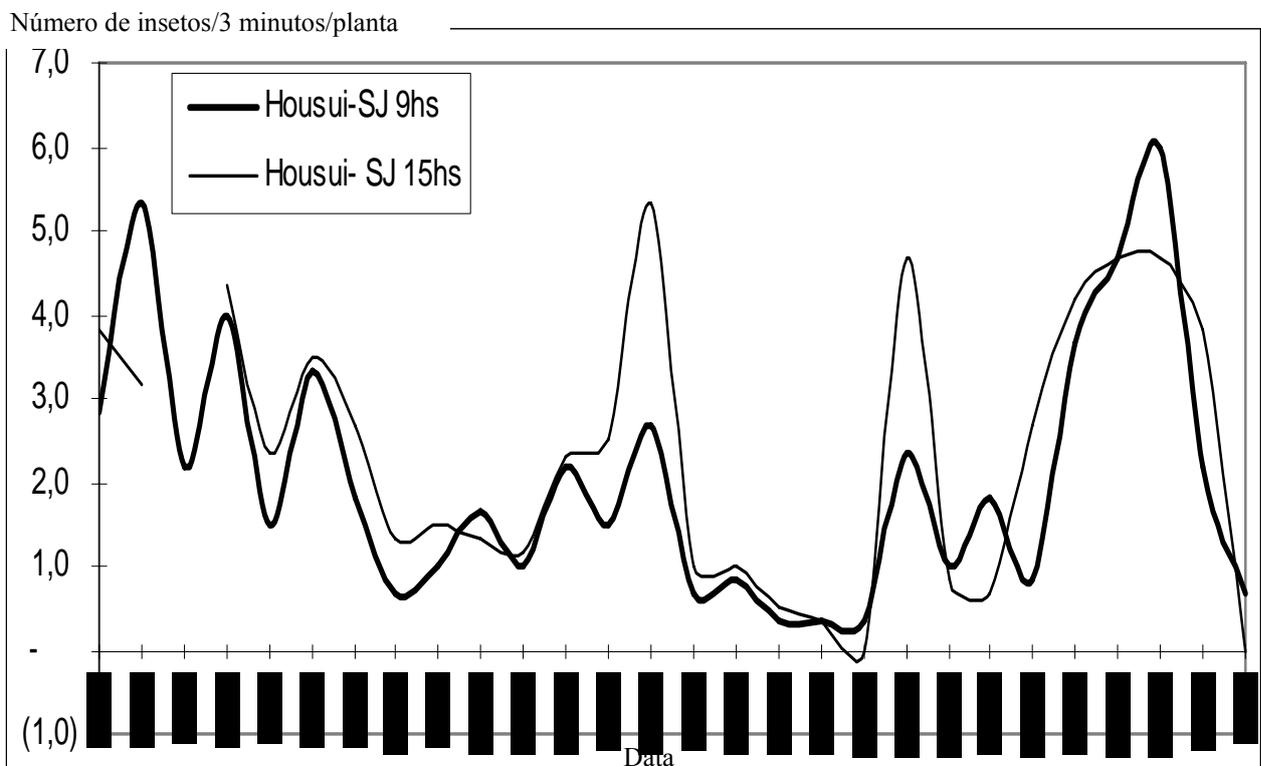


Figura 9.1 –Flutuação diária de insetos polinizadores por planta da cv. Housui em dois horários, em São Joaquim, 2006 (safra 2006/2007).

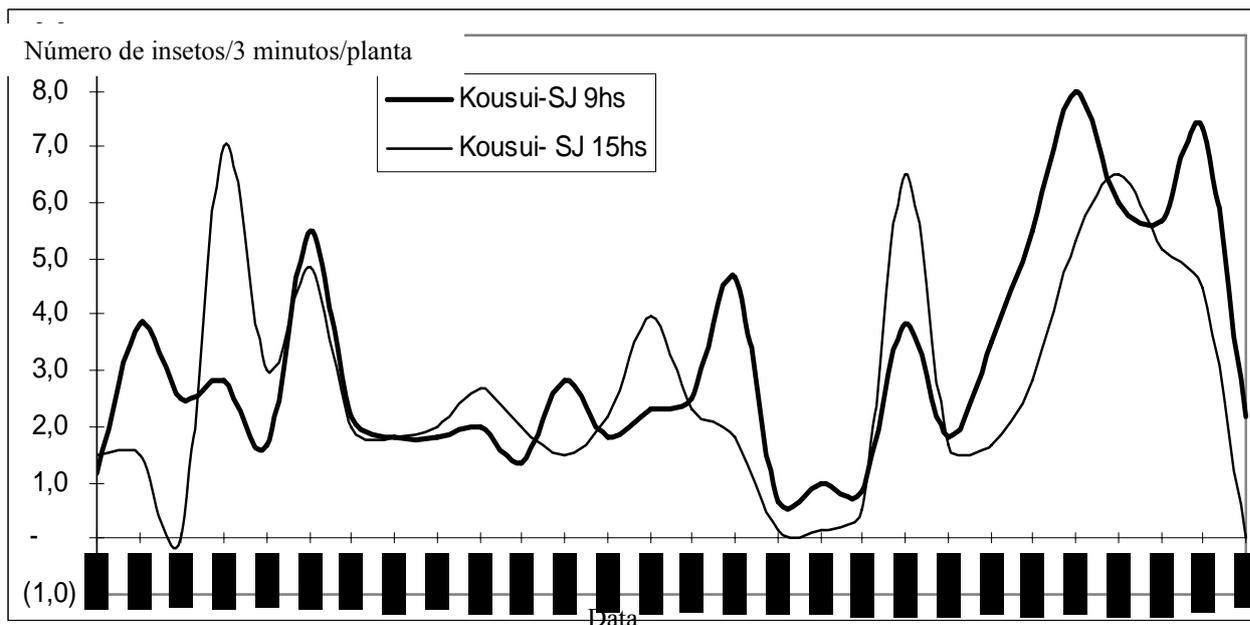


Figura 9.2 –Flutuação diária de insetos polinizadores por planta da cv. Kousui em dois horários, em São Joaquim, 2006 (safra 2006/2007).

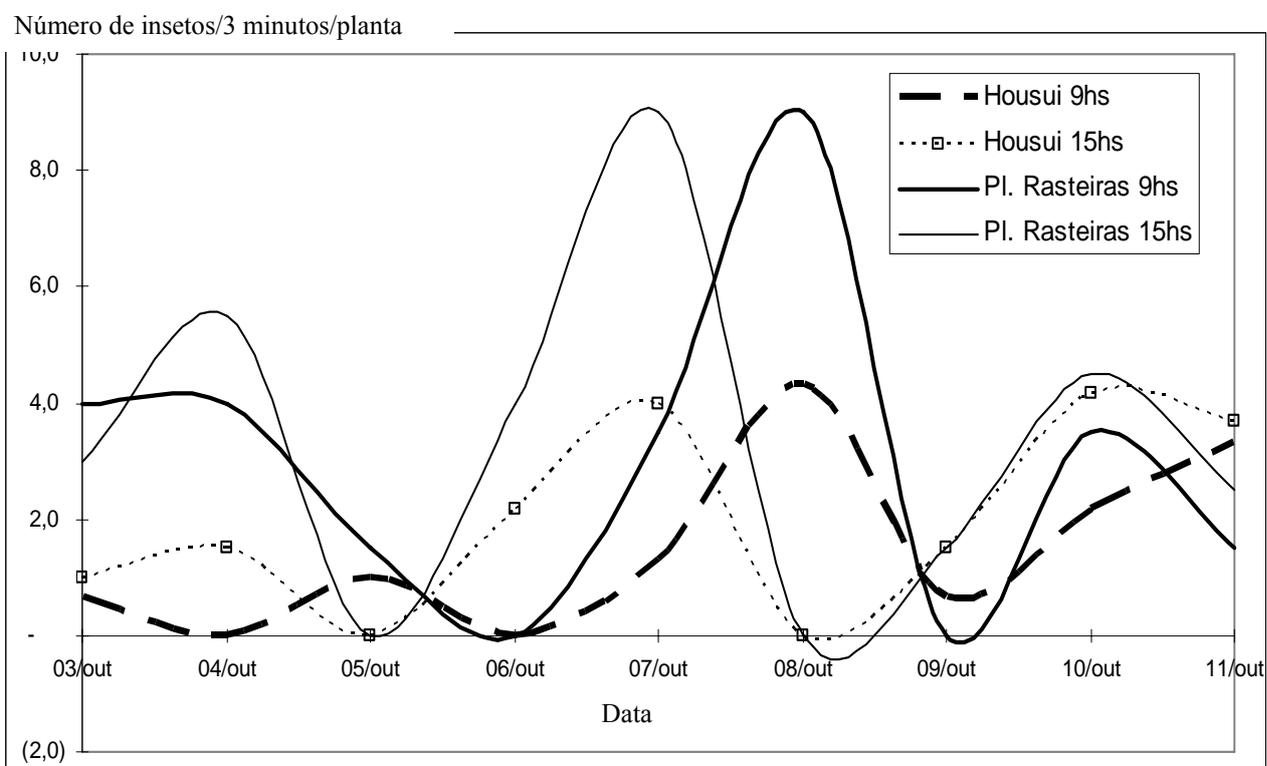


Figura 9.3 – Flutuação diária de insetos polinizadores por planta da cv. Housui e nas plantas da vegetação rasteira, em dois horários de observação, em Caçador, 2006 (safra 2006/2007).

A flor mais atrativa foi o trevo branco (*Trifolium repens*) e o inseto mais comum nesta flor foi a abelha doméstica (*Apis mellifera*). Isto demonstra que, mesmo ocorrendo menor quantidade de insetos, as flores da pereira conseguiram atrair polinizadores. Free (1993) identificou que as flores de dente de leão (*Taraxacum* sp.) são as maiores competidoras por polinizadores quando comparadas às flores da macieira, a qual, por sua vez, é mais atrativa aos polinizadores que as flores da pereira.

O baixo teor de açúcar do néctar é inerente à espécie ou às cultivares de pereira, mas é influenciado também pelos fatores climáticos, tais como o vento, a chuva e a temperatura (Silva, 2001). McGregor (1976) e Benedek (1996) citam que em virtude do néctar da pereira ter reduzido teor de açúcar (4,0 a 25,0°Brix), é freqüente, as abelhas visitarem flores de outras espécies para coletá-lo, visitando as flores da pereira somente para coleta do pólen. Complementa, citando que na pereira ocorre maior número de visitas quando as abelhas vão coletar néctar (76 flores) que quando coletam pólen (38 flores). Benedek (2003) cita que na pereira as abelhas coletaram mais pólen (cerca de 95%) que néctar (5%), enquanto na macieira mais abelhas coletam néctar (cerca de 55%) do que pólen (45%). Isso reforça o motivo da menor atratividade das flores da pereira, fato também citado por Deplane & Mayer (2000), os quais expõem que flores com pouco néctar e baixo teor de açúcar proporcionam menor forrageio.

Em Caçador, o teor de sólidos solúveis totais do néctar das cvs. Kousui e Nijisseiki, em flores entre as fases fenológicas 3F4 e 3F6, ficou em torno de 5,3° a 10,4 °Brix, que é considerado baixo para atrair visitantes florais. Logo, possivelmente as flores do trevo branco e de outras plantas rasteiras forneceram mais néctar às abelhas, enquanto as flores da pereira serviram mais para suprir as necessidades de pólen.

Em São Joaquim, onde não foi detectada produção de néctar em 2006, os insetos polinizadores foram atraídos às flores pelo pólen. Considerando esta possibilidade e a citação de Petri (2002b), de que somente 20% das abelhas saem da colméia para coletar pólen e os 80% restantes coletam néctar, fica evidente a necessidade de instalar maior quantidade de colméias fortes por hectare para proporcionar boa polinização na pereira.

No início de outubro de 2007, em Caçador, foi observado que no período da manhã (9 h às 11 h), na cv. Nijisseiki, as abelhas melíferas despendiam mais tempo para coletar pólen, cerca de cinco a sete segundos, das flores que possuíam sacos polínicos mais avermelhados. Já no período da tarde (14 h às 15 h), na cv. Kousui, as abelhas coletavam mais néctar, pois esticavam a glossa (“língua”) até o nectário, no interior do cálice floral, independente das flores possuírem sacos polínicos avermelhados ou já enegrecidos. Assim, desde que a flor da pereira produza néctar e pólen, é possível que num período do dia as abelhas colem mais pólen e, num outro

período, coletem mais néctar, conforme for a variação diária na disponibilidade de ambos (Free, 1993) ou conforme as necessidades da colméia.

Free (1993) e Petri et al. (2001b) citam que a existência de outras espécies de plantas floridas próximas ao pomar e suas flores produzirem néctar com maior teor de sólidos solúveis totais, provocará uma redução na visita das abelhas e de outros insetos polinizadores nas flores da pereira. No entanto, Benedek (1996) relata uma pesquisa sobre a intensidade de visitas das abelhas em diferentes cultivares de macieira, onde a atração foi primeiramente influenciada pela quantidade de néctar produzido e não pela concentração de açúcar. Esse autor ainda cita que a cerejeira doce, a macieira e a ameixeira são mais atrativas às abelhas que a pereira.

Uma indagação que sempre surge é a conveniência em deixar ou não as plantas rasteiras nativas cujas flores são mais atrativas às abelhas que as da pereira, nas entrelinhas do pomar. Ou seja, é ou não indicado roçar essas plantas antes de iniciar a florada da pereira? Segundo Delaplane & Mayer (2000), esta decisão é controversa. Soares (2001) cita que quando houver plantas rasteiras que floresçam na mesma época da pereira e que sejam atrativas aos insetos, é aconselhável eliminar suas flores antes do início da sua floração, através de roçada mecânica ou manual. Inclusive, tal prática produzirá matéria verde ao solo e favorecerá a formação de matéria orgânica. Free (1993) também indica a eliminação dessas plantas com o uso de herbicidas seletivos ou manejar as colméias que estão dentro dos pomares.

Por outro lado, a manutenção das flores rasteiras ou mesmo o aumento de sua presença pode atrair maior diversidade de polinizadores nativos, os quais também podem polinizar as flores da espécie frutífera de interesse. Conforme Kendall e Solomon (1973), os insetos nativos ajudam a polinização quando há pouca quantidade de abelhas. Este fato foi observado em Caçador com a presença da abelha mirim (*Plebeia* sp.) e da Irapuá [*Trigona (Trigona) spinipes*] (Tabela 9.2), e em São Joaquim, com o coleóptero *Astylus quadrileneatus* (Tabela 9.3). Segundo Richards (2001), as duas abelhas nativas geralmente forrageiam a uma distância de até 400m de seu ninho.

Benedek et al. (1998a) citam que em pomar de pereira contendo outras espécies de plantas em floração, tais como *Capsella bursa-pastoris*, *Laminum purpureum*, *Stellaria media*, *Taraxacum officinale* (dente de leão), as abelhas e diversos polinizadores nativos também visitaram as flores da pereira, indicando que o efeito das flores competidoras de outras espécies de plantas pode ser menos importante do que se pensa. A ação de abelhas polinizando e carregando pólen de diferentes tipos plantas, é comum (Kaya et al., 2005).

Tabela 9.2 – Classificação dos insetos coletados em Caçador durante a florada da pereira japonesa, em 2006 (safra 206/2007) e 2007 (safra 2007/2008)⁽³⁾.

<i>Ordem (Etiqueta)</i>	<i>Família</i>	<i>Nome científico</i>	<i>Nome comum</i>	<i>Fase</i>
<u>POLINIZADORES</u>				
<i>Coleoptera</i>	<i>Melyridae</i>	<i>Astylus quadrilineatus</i> (Germar, 1824)	“Besouro da pêra”	<i>Adulto</i>
<i>Diptera</i>	<i>Syrphidae</i>	<i>Toxomerus</i> spp. ⁽⁵⁾	<i>Mosca sirfídeas</i>	<i>Adulto</i>
<i>Hymenoptera</i>	<i>Apidae</i>	<i>Apis mellifera</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Abelha melífera</i>	<i>Adulto</i>
<i>Hymenoptera</i>	<i>Apidae</i>	<i>Bombus (Fervidobombus) pauloensis</i> Friese, 1913 (rainha)	<i>Bombus</i>	<i>Adulto</i>
<i>Hymenoptera</i>	<i>Apidae</i>	<i>Plebeia</i> spp.	<i>Mirim</i>	<i>Adulto</i>
<i>Hymenoptera</i>	<i>Apidae</i>	<i>Trigona (Trigona) spinipes</i> Fabricius, 1793	<i>Irapuá</i>	<i>Adulto</i>
<i>Hymenoptera</i>	<i>Apidae</i>	<i>Xylocopa augusti</i> Lepeletier, 1841 (uma fêmea e um macho)	<i>Mamangava</i>	<i>Adulto</i>
<i>Hymenoptera</i>	<i>Vespidae</i>	<i>Polybia</i> spp. ⁽⁵⁾	<i>Marimbondo</i>	<i>Adulto</i>
<i>Lepidoptera</i>	<i>Nymphalidae</i>	<i>Vanessa braziliensis</i> (Moore, 1883)	<i>Borboleta</i>	<i>Adulto</i>
<i>Hymenoptera</i>	<i>Halictidae</i>	<i>Dialictus Chloralictus</i> sp. ⁽⁵⁾	<i>Abelha doce</i>	<i>Adulto</i>
<u>NÃO POLINIZADORES:</u>				
<i>Hymenoptera</i>	<i>Formicidae</i>	<i>Camponotus</i> spp.	<i>Formiga</i>	<i>Adulto</i>
<i>Coleoptera</i>	<i>Chrysomelidae</i>	<i>Chrysodina</i> spp. ⁽²⁾	<i>Vaquinha</i>	<i>Adulto</i>
<i>Coleoptera</i>	<i>Chrysomelidae</i>	<i>Diabrotica speciosa</i> (Germar, 1824)	<i>Vaquinha verde-amarela</i> ⁽²⁾ , <i>Larva- alfinete</i> ¹⁽¹⁾	<i>Adulto</i>
<i>Coleoptera</i>	<i>Coccinellidae</i>	<i>Cycloneda sanguinea</i> (Lynnaeus, 1763)	<i>Joaninha</i>	<i>Larva</i>
<i>Coleoptera</i>	<i>Coccinellidae</i>	<i>Hippodamia convergens</i> Guérin-Méneville, 1842	<i>Joaninha</i>	<i>Adulto</i>
<i>Diptera</i>	<i>Bibionidae</i>	<i>Biblio</i> spp. ⁽⁴⁾	<i>Mosquito</i>	<i>Adulto</i>
<i>Hemiptera</i>	<i>Pentatomidae</i>	<i>Nezara viridula</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Percevejo fede-fede</i>	<i>ninfa</i>
<i>Hymenoptera</i>	<i>Chalcididae</i>		<i>Vespa parasitóide</i>	<i>Adulta</i>

Fontes: (1): Gallo et al., 2002; (2): Nora e Sugiura, 2001; (3): Janaina P. dos Santos e Afonso I. Orth, informação pessoal, 2008;

(4) http://www.diptera.info/photogallery.php?album_id=4 (em 12/11/2008); (5): <http://bugguide.net/node/view/572> (em 12/11/2008).

Tabela 9.3 – Tipos de insetos coletados em São Joaquim durante a florada da pereira japonesa, na safra 2006/2007.

Ordem	Família	Nome científico ¹	Nome comum
Coleoptera	Melyridae	<i>Astylus quadrilineatus</i> (Germar, 1824)	Besouro da pereira ²
Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i> (Linnaeus, 1758)	Abelha melífera

(1): insetos coletados na forma adulta; (2): nome designado pelos autores.

Embora não se tenha comparado pomares com a presença e ausência de vegetação rasteira nativa, a manutenção destas plantas nativas não inviabilizou a polinização da pereira e, por isso, parece ser conveniente mantê-las no pomar. Outro motivo para tal atitude se deve a necessidade de preservar espécies nativas e a diversidade tanto de plantas nativas rasteiras como de insetos polinizadores nativos, já que em muitos países vem ocorrendo a diminuição de diversas espécies, principalmente devido a ação de parasitas exóticos e ao uso indiscriminado de agrotóxicos (Delaplane & Mayer, 2000).

Em outros países, segundo Shafir et al. (2003), durante a florada da amendoeira (*Amygdalus communis* L.), as abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.) coletam néctar e pólen no início de sua florada, mas quando outras espécies de plantas iniciam o florescimento, muitas abelhas não mais polinizam as amendoeiras. Segundo estes autores, isto também ocorreu em pomares de pereira quando co-existiam flores de *Sinapis alba* (mostarda) e *Stellaria* spp., as quais são mais atrativas às abelhas por que seu néctar contém maior teor de açúcar. Também citam que as rosáceas produzem glicosídeos cianogênicos para proteção contra a herbivoria dos insetos. Esses produtos, quando processados por ácidos e enzimas dos insetos, produzem ácido hidrocianídrico (HCN), danoso aos polinizadores. Na amendoeira, existe o ciano-glicosídeo amygdalin presente no néctar (6,7 ppm) e no pólen (1.889,0 ppm). É possível que a quantidade de amygdalin detectada no néctar se deva a eventual queda de grão de pólen sobre ele. Embora suas dosagens não sejam letais às abelhas, são suficientes para que elas as percebam e evitem suas flores quando existe outra espécie de planta também em floração, mas sem o glicosídeo no pólen ou no néctar. Este é o caso da mostarda, a qual, por isso, torna-se mais atrativa às abelhas.

Silva (2001) cita que temperaturas entre 15 e 26°C são as melhores para as abelhas trabalharem. Abaixo de 10°C a atividade delas é praticamente nula (Jackson, 2005) e acima de

32°C elas desviam de seu trabalho como polinizadoras e passam a coletar água para reduzir a temperatura interna da colméia. Benedek (1996) cita como temperatura ideal, 18°C. O número de visitas das abelhas melíferas está relacionado positivamente com a temperatura: a 14°C visitam 3,1 flores.minuto⁻¹ e a 23°C visitam 14,5 flores.minuto⁻¹ (Gallo et al., 2002). O tempo nublado e a garoa leve induzem as abelhas a ficarem próximas das colméias. Ventos com velocidade superior a 15 km.h⁻¹ reduzem sua atividade e a 30 km.h⁻¹ faz com que praticamente suspendam-na totalmente.

Para a pereira, McGregor (1976) recomenda o uso de duas a cinco colméias.ha⁻¹, enquanto Petri et al. (2001b) recomendam duas a quatro colméias.ha⁻¹, Benedek (1996) e Kosma et al. (2003) indicam duas a três colméias fortes (cerca de 20.000 abelhas.colméia⁻¹) por hectare, e Delaplane & Mayer (2000) indicam cerca de quatro colméias.ha⁻¹. Locais onde ocorrem temperaturas mais baixas e maior umidade, como em São Joaquim, Silva (2001) indica o uso de maior quantidade de colméias por área, como seis a oito colméias.ha⁻¹, não distanciadas mais de 300m do pomar.

Tendo por base os dados desta pesquisa, onde foi verificado reduzido número de polinizadores por planta (Tabela 9.1), é conveniente a utilização de quatro a seis colméias.ha⁻¹. Essas colméias devem ser colocadas no pomar quando a florada situa-se aproximadamente em 10%, o que evita a fuga das abelhas melíferas para áreas onde há outras espécies de plantas com flores contendo maior quantidade de pólen e néctar e com maior concentração de açúcar.

Outra solução é a utilização do sistema de “abelhas inexperientes” (Deplane & Mayer, 2000), colocando inicialmente duas colméias por cinco hectares quando a floração situa-se entre 0,0% e 10,0%, e mais quatro colméias por cinco hectares quando a floração estiver em 50,0%. Pesquisa utilizando esta metodologia demonstrou que no dia seguinte à colocação do segundo grupo de colméias, havia mais abelhas no pomar, mas, dois dias depois, a quantidade se normalizou quando comparada aos pomares sem a colocação deste último grupo de colméias. No entanto, a fixação de frutos foi superior nos pomares onde foram colocadas as colméias extras das “abelhas inexperientes”. Tendo como base as citações anteriores, o número de colméias citadas acima poderá ser maior.

Para determinar e avaliar os principais polinizadores da pereira, foram coletados os insetos de maior constância durante a floração, em 2006 e 2007. Em Caçador, ocorreram diversos insetos citados como polinizadores por McGregor (1976), pertencentes às famílias Apidae, Melyridae, Halictidae, Nynphalidae, Syrphidae e Vespidae. Também foram identificados diversos outros insetos não polinizadores que eventualmente atuam como pilhadores de néctar e pólen, tais como os das famílias Bibionidae, Calcitidae, Coccinellidae,

Chrysomelidae, Formicidae e Pentatomidae (Tabela 9.2). Em São Joaquim, os insetos mais comuns foram das famílias Apidae e Melyridae (Tabela 9.3).

As síndromes da polinização revelam a especialização de grupos funcionais de animais de ocorrência comum na evolução da planta e que podem ser ou não relacionados entre si, os quais exercem diferentes formas de pressão seletiva (Fenster et al., 2004). No caso da pereira, que é exótica no Brasil, a participação de diferentes grupos de insetos se dá pela facilidade, necessidade e atratividade dos recursos florais oferecidos. Assim, a presença das abelhas *Apis mellifera*, *Bombus (Fervidobombus) pauloensis* Friese, 1913, *Plebeia spp.* e *Trigona spinipes* Fabricius, 1793 caracterizaram a ocorrência de uma síndrome principal designada como Melitofila (Barbola et al., 2006). No entanto, pelo menos em São Joaquim e devido a expressiva presença do besouro *Astylus quadrilineatus* (Germar, 1824), ocorreu uma síndrome secundária, a Cantarofilia. É provável que esta última seja relatada na pereira pela primeira vez no Brasil, na pereira.

Em termos de eficiência quanto à coleta de pólen, Benedek (1996) destaca em primeiro lugar as mamangavas (*Bombus spp.*), seguidas pelas abelhas (*Apis spp.*) e algumas moscas (dípteros) e besouros (coleópteros). Caso semelhante é citado por Kendall & Solomon (1973) ao verificarem que os insetos mais efetivos na coleta de pólen da macieira foram as espécies de Hymenoptera, *Andrena haemorrhoidalis* e *A. coitana*, respectivamente com 24.000 a 16.000 grãos de pólen por inseto, seguidos pelas mamangavas (*Bombus terrestris* e *B. lucorum*) com cerca de 15.000 grãos de pólen por inseto e pelas abelhas (*Apis mellifera*), com cerca de 4.000 grãos por inseto. Os dípteros *Myopa buccatta* e *Eristalis tenax* apresentaram média eficiência (situados na classe entre 6.250 e 1.251 grãos por inseto), enquanto espécies de *Sepsidae* e *Drosophilidae* apresentaram eficiência muito baixa (classe entre 10 a nenhum grão de pólen).

Tal situação indica que as moscas são pouco eficientes como polinizadoras. Em Caçador, foi observado um reduzido número de moscas sirfídeas sobre as flores. Elas se alimentam de néctar (Gallo et al., 2002) e pólen, tornando possível a sua participação como inseto polinizador ao carregar pólen aderido em suas cerdas (Marinoni et al., 2007). Machado & Oliveira (2000) verificaram que a polinização realizada por elas é irregular e incerta, já que não alimentam sua prole com os recursos florais. Segundo Benedek (1996), os insetos que visitam e polinizam as flores da pereira são os mesmos da macieira, mas a proporção de dípteros é maior na macieira por que suas flores possuem néctar com maior teor de açúcar e, por isso, são mais atrativas.

Em Caçador, foi registrado a presença de dois gêneros de mamangavas, uma rainha de *Bombus (Fervidobombus) pauloensis* e um macho e uma fêmea de *Xylocopa augusti* Lepelletier, 1841. Estes himenópteros produzem mel de baixa qualidade (Gallo et al., 2002), mas são mais

eficientes como coletores de pólen que a abelha melífera, pois segundo este autor visitam duas vezes e meia a mais as flores (18,7 flores por minuto) que as abelhas (7,1 flores por minuto). Esta proporção foi proporcional à encontrada por Klug & Bünemann (1983) quanto ao número de flores visitadas por mamangavas (13,0.minuto⁻¹) e por abelhas melíferas (5,1.minuto⁻¹) em pomar de pereira. No entanto, as mamangavas coletam pólen de diversos tipos de plantas, o que decresce seu valor como polinizadora específica da pereira (Benedek, 1996).

A abelha melífera *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758), em Caçador, foi a polinizadora mais abundante durante a floração da pereira, nos dois anos de avaliação. Petri (2002b) e Klug & Bünemann (1983), respectivamente, destacam essas abelhas como as de maior incidência no processo de polinização da macieira no sul do Brasil, e da pereira, na Alemanha. Já em São Joaquim, essa abelha e o besouro da pereira *Astylus quadrilineatus* foram os mais abundantes.

Bastante comum, embora em menor quantidade que as abelhas melíferas, foi a presença das abelhas nativas irapuá (*Trigona spinipes*) e mirim (*Plebeia* spp.), as quais se alimentam de néctar e pólen. Segundo (Gallo et al., 2002), em citros, as irapuás podem causar dano às flores, mas na pereira tal ação não foi observada. A importância dessas abelhas nativas está ligada com sua elevada eficiência polinizadora, já que elas regularmente tocam nos estigmas de todas as flores visitadas, enquanto somente 1/3 das abelhas melíferas o fazem. As abelhas nativas muitas vezes coletam mais pólen e por isso proporcionam melhor fecundação das flores.

Os insetos da família Vespidae, conhecidos como marimbondos (*Polybia* spp.) quando adultos, alimentam-se de substâncias açucaradas como o néctar, embora sejam predadores principalmente das larvas de lepidópteros (Gallo et al., 2002). Ao coletarem néctar, há possibilidade de levarem consigo grãos de pólen e polinizar outras flores, mas sua eficiência é baixa. Foi registrada a presença esporádica deste inseto e não foi observado pólen visível aderido às suas pernas e ou corpo.

A abelha da família Halictidae (*Dialictus Chloralictus* sp.) teve pouca atividade, mas a sua presença foi comum no pomar. Já a borboleta *Vanessa brasiliensis* (Moore, 1883) foi detectada somente em dois dias de todo o período da floração.

A Vaquinha Verde-Amarela (*Diabrotica speciosa* (Germar, 1824)), também conhecida como Larva-Alfinete, alimenta-se de folhas (Gallo et al., 2002) e não foi identificada como inseto polinizador. Ela causou cortes nos bordos das folhas novas e nas pétalas, sépalas, estames e carpelos das flores. Estes sintomas foram também descritos por Nora e Sugiura (2001) na pereira japonesa. Sua ocorrência foi alta, sendo comum encontrar adultos desta espécie, desde antes da antese até a fase 3F8, quando a flor apresentava uma ou algumas das pétalas caídas e

todos os sacos polínicos estavam enegrecidos. Esta fase está correlacionada com os estádios “G” e “H” da gema de flor.

Foram observados outros coleópteros, tais como as joaninhas *Cycloneda sanguinea* (Lynnaeus, 1763) e *Hippodamia convergensis* Guérin-Méneville, 1842. A *C. sanguinea* possui cor vermelha e é predadora de pulgões (Gallo et al., 2002) e todos voam bem. Também foi observado o percevejo fede-fede (Hemiptera), uma vespa parasitóide (Hymenoptera), mosquitos (Diptera) e formigas (*Camponotus* spp.), as quais se alimentam de seiva e de substâncias açucaradas, como o néctar (Gallo et al., 2002). Nenhum desses insetos apresenta atuação como polinizador.

Em São Joaquim, o polinizador mais comum e com alta incidência, foi o inseto identificado *Astylus quadrilineatus* (Germar, 1824) (Ordem: Coleoptera; Superfamília: Cleroidea; Família: Melyridae) (Tabela 9.3). Lima (1953) o classifica como pertencente à Família Dasytidae, Subfamília Melyrinae, sendo o adulto polífago e as larvas são predadoras. No entanto, a designação atual da Família é Melyridae. Por não ter um nome comum citado nas literaturas consultadas, foi designado neste trabalho como “besouro da pereira”.

Os insetos do gênero *Astylus* já foram identificados em Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. A polinização da pereira se dá por que este inseto possui exoesqueleto com pêlos ou cerdas eriçados, longos e abundantes e é atraído pelo odor exalado pelas flores (Ledford, 2007) e pela existência de pólen produzido e disponibilizado como fonte alimentar. Medan (1991) cita que *A. quadrilineatus* é efetivo na transferência de pólen entre as flores, principalmente quando ocorre em grande número, sendo detectado nas cidades argentinas de Buenos Aires, La Lucia Del Mar e em Sierra de La Ventana polinizando *Discaria americana*.

No período Cretáceo, há 120 milhões de anos atrás e antes do aparecimento das abelhas, estudos indicam que os prováveis primeiros polinizadores das angiospermas foram os besouros (Benedek, 1996), já que as flores eram rasas e propiciavam fácil obtenção dos recursos florais (Peruquetti, s/d). Por isso, é provável que tenham co-evoluído com muitas plantas, mas é improvável que a espécie *Astylus quadrilineatus* observada em São Joaquim tenha co-evoluído com a pereira, já que ela é exótica ao ambiente brasileiro, e o Centro de Origem e de Diversidade da pereira fica na China e Europa. É possível que a grande incidência deste inseto decorreu da pouca oferta de alimento disponibilizado por outras espécies de plantas existentes na região de São Joaquim e à grande quantidade de pólen produzida pela pereira. Segundo Farks & Orosz-Kovács (2003), quando não há produção de néctar, os polinizadores são atraídos às flores somente se há grande produção de pólen. E esta situação foi identificada em São Joaquim, onde

a produção de pólen da cv. Housui variou entre 129 e 182 mil grãos por flor e a da cv. Nijisseiki entre 25 e 113 mil grãos por flor.

Foi observado em São Joaquim que *Astylus quadrilineatus* procuravam basicamente os sacos polínicos das flores para se alimentar do pólen. Esta parece ser uma característica comum à este gênero, já que outra espécie (*A. variegatus*) também se alimenta de pólen (Ventura et al. (2007). No entanto, diversos insetos de *A. quadrilineatus* também inseriam a cabeça até o interior da região do cálice da flor, na região nectária, possivelmente para obtenção de néctar. Isso confirma a citação de Wäckers et al. (2007), de que os coleópteros adultos geralmente combinam a ingestão de pólen, néctar e tecidos florais.

Foi comum observar vôos curtos deste inseto entre as flores de uma mesma planta, inclusive dividindo e algumas vezes tomando o espaço das abelhas melíferas que eventualmente lá estivessem ou chegassem. Souza & Carvalho (1994) citam que esta competição com as abelhas pode contribuir para a redução da produção de mel. Após o término da florada da pereira, foi observado esses mesmos insetos e em grande quantidade, também polinizando flores de macieira situadas ao lado do pomar de pereira.

Ocorreu uma maior diversidade de insetos polinizando as plantas de pereira em Caçador (nove espécies) (Tabela 9.2) que em São Joaquim (duas espécies) (Tabela 9.3). Klein et al. (2003), trabalhando com café (*Coffea arabica*) relacionaram a menor diversidade com o aumento da distância e da fragmentação ou destruição das florestas naturais ou seminaturais. Ou seja, a presença de florestas próximo aos pomares, pode aumentar a diversidade de polinizadores e melhorar a polinização. Eles identificaram que a presença de três a 20 diferentes espécies de abelhas polinizadoras num pomar de cafeeiro aumentou a fixação de frutos entre 60,0% e 90,0%. Assim, desconsiderando o fator climático, em Caçador, ao lado do pomar de pereira há uma grande área de floresta nativa. Já em São Joaquim não há floresta no entorno do pomar, o que explica grande parte da maior diversidade de espécies em Caçador.

9.4 - Conclusões

A quantidade de insetos polinizadores na pereira, tanto na região de clima mais ameno (Caçador) como na região de clima mais frio (São Joaquim), é cerca de 6% a 14% da ideal.

Há maior diversidade de insetos polinizadores nos pomares de Caçador em relação à São Joaquim.

Plantas rasteiras com alto teor de açúcar no néctar e que se situam nas entrelinhas de plantio do pomar (trevo branco e dente de leão) atraem quantidade pouco maior de abelhas melíferas que as flores da pereira.

As mamangavas apresentaram pouca frequência e por isso tem pouca importância na polinização da pereira.

Insetos nativos polinizaram as flores de pereira.

As abelhas melíferas foram os polinizadores mais abundantes.

Em São Joaquim, a elevada produção de pólen e a baixa ou ausência de néctar proporciona elevada atividade polinizadora do coleóptero besouro da pereira *Astylus quadrilineatus*. Este é o primeiro caso descrito de síndrome secundária de “cantarofilia” na pereira, no Brasil.

QUALIDADE DE FRUTOS DA PEREIRA JAPONESA EM DUAS REGIÕES DE SANTA CATARINA, BRASIL

10.1 - Introdução

Desde 1996, o cultivo da pereira japonesa vem apresentando leve aumento da área plantada no sul do Brasil (Faoro & Nakasu, 2001), graças aos trabalhos de pesquisa realizados pela EPAGRI e EMBRAPA com apoio da JICA (Agência Internacional de do Japão). Por ser uma cultura recente em escala comercial, até o momento existem poucas informações sobre o comportamento qualitativo das cultivares em diferentes condições edafoclimáticas.

As cultivares mais plantadas e de alta qualidade comercial, embora ainda em escala reduzida, são as cvs. Housui, Nijisseiki e Kousui, sendo que está crescendo o plantio da cv. Housui e decrescendo o das cvs. Nijisseiki e Kousui, principalmente em Santa Catarina e no Rio Grande do Sul (Fachinello, 1998; Faoro, 1999). Em Santa Catarina, em regiões com aproximadamente 550 horas $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$ durante a vernalização, local onde está inserida a região de Caçador, somente é indicado o plantio da cv. Housui. Já nas regiões mais frias e com mais de 700 horas $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$, local onde esta inserida a região de São Joaquim, são indicadas para plantio todas as cultivares anteriormente citadas e as pereiras do tipo européia de alta qualidade (Faoro & Brighenti, 2006). O motivo disso é a alta exigência em frio hibernal das cultivares de pereira européia.

A cv. Nijisseiki exige 500 a 700hs de frio hibernal $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$ e apresenta produtividade média de $63,2 \text{ t.ha}^{-1}$ na região de São Joaquim. Seus frutos são médios a grandes, arredondados, com película verde e ficam amarelados quando maduros. A polpa é crocante, macia, suculenta e sem adstringência, sendo mais ácida que das cvs. Housui e Kousui, e apresenta boa qualidade para consumo (Faoro, 2001a).

A cv. Housui exige cerca de 721 hs $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$ ou 700 unidades de frio hibernal (Hauagge & Cummins, 2000) e tem apresentado produtividade média de $36,4 \text{ t.ha}^{-1}$ na região de Caçador e $30,6 \text{ t.ha}^{-1}$ na de São Joaquim. Seus frutos são arredondados e tem coloração marrom-dourada quando maduros, apresentam tamanho médio a grande e por isso são os de melhor aceitação no mercado. A polpa é crocante, doce, sem adstringência e muito suculenta.

A cv. Suisei tem necessidade de frio hibernal semelhante à cv. Housui e seus frutos são arredondados e a película tem coloração amarela quando maduro. A polpa é crocante, mas mais dura e menos suculenta e doce que da cv. Housui.

A cv. Kousui apresenta frutificação efetiva muito boa e produtividade de $58,6 \text{ t.ha}^{-1}$ em São Joaquim. Em Caçador, é a de melhor florescimento quando comparada com as cvs. Housui e Nijisseiki. Apresenta boa produtividade mas seus frutos são pequenos e por isso de menor valor comercial que os da cv. Housui (Faoro & Shiba, 1999). Os frutos tem coloração marrom-dourada quando maduros e a polpa é doce, crocante e macia, sem adstringência e muito suculenta. A planta, principalmente em regiões mais quentes, é muito suscetível à doença Seca dos Ramos causada pelo fungo *Botryosphaeria* sp (anamorfo *Dothiorella* sp) (Becker et al., 2001), o que praticamente tem inviabilizado seu cultivo em locais mais quentes.

Atualmente, os portas-enxertos mais utilizados no Brasil, para as cultivares do tipo japonesa, são o *Pyrus calleryana* clone D-6 e o *Pyrus betulaefolia*. Ambos induzem grande vigor às plantas mas tem excelente compatibilidade com as cultivares copa. Ambos apresentam bom crescimento em solos com baixo pH (4,0) e baixo requerimento de frio hibernal, situando-se entre 200 e 600 unidades de frio (UF).

Pesquisa de opinião com consumidores realizada em Florianópolis, SC, no ano de 2000, demonstrou que a pêra japonesa ainda é pouco conhecida pelos consumidores (70,1%), mas a grande maioria (99,1%) gostou da aparência e do sabor, o que demonstra o grande potencial de crescimento do consumo desta fruta (Faoro, 2001b). No entanto, cerca de 95% das peras de alta qualidade comercializadas no Brasil são importadas, tornando evidente que a área plantada é inexpressiva. Esta estagnação basicamente se deve à baixa qualidade dos frutos e à baixa produtividade obtida até o momento, essencialmente devido à falta cultivares com frutos de alta qualidade e adaptadas às condições agroclimáticas do país, conjugado à necessidade de

desenvolvimento de melhores tratamentos culturais à cultura (Pasqual, 1978; Simoneto & Grellmann, 1994; Maia et al., 1996).

O objetivo desta pesquisa foi comparar a qualidade dos frutos de pereira japonesa em duas diferentes regiões edafoclimáticas de Santa Catarina: Caçador, com clima ameno e solo profundo, e São Joaquim, com clima mais frio e solo raso e pedregoso.

10.2 - Material e métodos

As ações de pesquisa foram desenvolvidas nas Estações Experimentais de Caçador (EECD) e de São Joaquim (EESJ), ambas pertencentes à EPAGRI.

O ponto de colheita foi o tradicionalmente utilizado pelos responsáveis dos pomares. Foi avaliada a qualidade dos frutos colhidos de três ou quatro cultivares por local. Na safra 2006/2007, em São Joaquim, a colheita dos frutos das cvs. Housui e Kousui deu-se 25/01/2007. Em Caçador, a colheita da cv. Housui foi em 8/02/2007, da cv. Kousui em 16/02/2007 e os da cv. Nijisseiki em 2/04/2007. Em São Joaquim, os frutos da safra 2007/2008 das cvs. Housui e Kousui foram colhidos em 08/02/2008 e, em 14/02/2008 os da cv. Nijisseiki. Em Caçador, frutos das cvs. Housui e Kousui foram colhidos em 07/02/2008, e os da cv. Nijisseiki em 20/02/2008. As plantas foram enxertadas sobre *Pyrus calleryana* D-6 em Caçador ou sobre *Pyrus betulaefolia*, em São Joaquim.

Após armazenados em câmara fria, os frutos foram avaliados no mês de abril de cada ano (2007 e 2008), no Laboratório de Melhoramento Genético da Estação Experimental de Caçador. Para a cor de fundo da película dos frutos das cvs. Housui e Kousui foi raspada a camada externa russetada da base do fruto, próximo a região da cavidade do cálice. A cv. Nijisseiki, por não apresentar esta camada, teve a visualização da cor diretamente sob a película. Foi utilizada a Tabela Geral de Cores (Japão), considerado a seguinte escala: a) notas inferiores a três (3) indicam frutos imaturos; b) notas entre três (3,0) e três vírgula noventa e nove (3,99) indicam frutos aptos à armazenagem; c) notas entre quatro (4,0) e quatro vírgula noventa e nove (4,99) indicam frutos aptos ao consumo imediato; e notas superiores (>) a cinco (5,0) indicam frutos que passaram do ponto ideal da colheita e da maturação fisiológica.

Para a firmeza da polpa foi utilizado penetrômetro com ponta de 8mm (Modelo FT 327, Itália), sendo retirada da epiderme da região equatorial nos lados opostos de cinco frutos analisados, resultando 10 leituras por repetição. O diâmetro foi medido na região equatorial do fruto, utilizando paquímetro (marca Tajima, Japão). O teor de sólidos solúveis totais (SST em °Brix) foi obtido diretamente da leitura do suco de cinco frutas, com refratômetro de mesa

(marca Atago, modelo PR-101, Japão). Desordens fisiológicas internas e danos de insetos foram avaliados segundo sintomas descritos por Basso e Suzuki (2001) e Nora e Sugiura (2001). Foi anotado o número de sementes viáveis e inviáveis, considerando viável quando túrgida e desenvolvida. Foi utilizada a seguinte escala de classificação para a produção de sementes viáveis por fruto: a) como pouca produtivas: $< 3,0$ sementes por fruto; b) produção intermediária: $\geq 3,0$ e $< 5,0$ sementes por fruto; c) alta produção: $\geq 5,0$ sementes por fruto. A fecundidade das cultivares foi estabelecida tendo por base a classificação de Nyéki e Soltész (1998a): a) fecundidade muito baixa (0,1 a 1,0 semente por fruto), b) baixa fecundidade (1,1 a 3,0 sementes por fruto); c) fecundidade intermediária (3,1 a 5,0 sementes por fruto); d) fecundidade alta (5,1 a 10,0 sementes por fruto).

A metodologia de avaliação adotada foi semelhante à do Laboratório de Melhoramento Genético do Instituto Nacional de Ciências em Plantas Frutíferas, situado em Tsukuba, Japão (Kotobuki, K. -informação pessoal, 1996), modificado (Figura 10.1). O delineamento experimental inteiramente ao acaso, em desenho fatorial considerando três cultivares e dois locais, com cinco repetições. Cada repetição constou da média aritmética de cinco frutos, escolhidos ao acaso, mas de padrão médio. As médias das características de qualidade foram submetidas ao teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

10.3 - Resultados e Discussão

Brotação

Na segunda quinzena de outubro de 2006, entre a plena e próxima ao final da floração, em Caçador, a cv. Kousui emitiu inflorescências somente com gemas de flores, sem a presença de folhas. Neste mesmo período, em São Joaquim, as gemas florais já tinham emitido frutos e folhas, sendo que estas estavam bem desenvolvidas. O mesmo ocorreu em 2007, mas na segunda quinzena de setembro ao início de outubro, já que houve maior quantidade em unidades de frio em maio e junho, o que adiantou a floração. Nos dois anos, a plena floração foi mais precoce em São Joaquim.

Tal situação evidencia o efeito negativo da falta de horas de frio durante a vernalização, as quais foram insuficientes para atender às necessidades ideais da cv. Kousui quando cultivada em Caçador. A importância da emissão de folhas o mais breve possível, após a brotação das gemas, se deve a produção de fotoassimilados necessários ao desenvolvimento dos frutos e da planta (Ito et al., 2002; Akiko et al., 2003; Cavalho & Zanette, 2004; Suzue et al., 2006;

Kanayama et al., 2006; Yamada et al., 2006). Herter et al. (2002) citam que o sorbitol, produzido nas folhas, tem sido o composto detectado em maior quantidade nas gemas florais da pereira e cuja importância também está ligada ao melhor desenvolvimento inicial dos frutos.

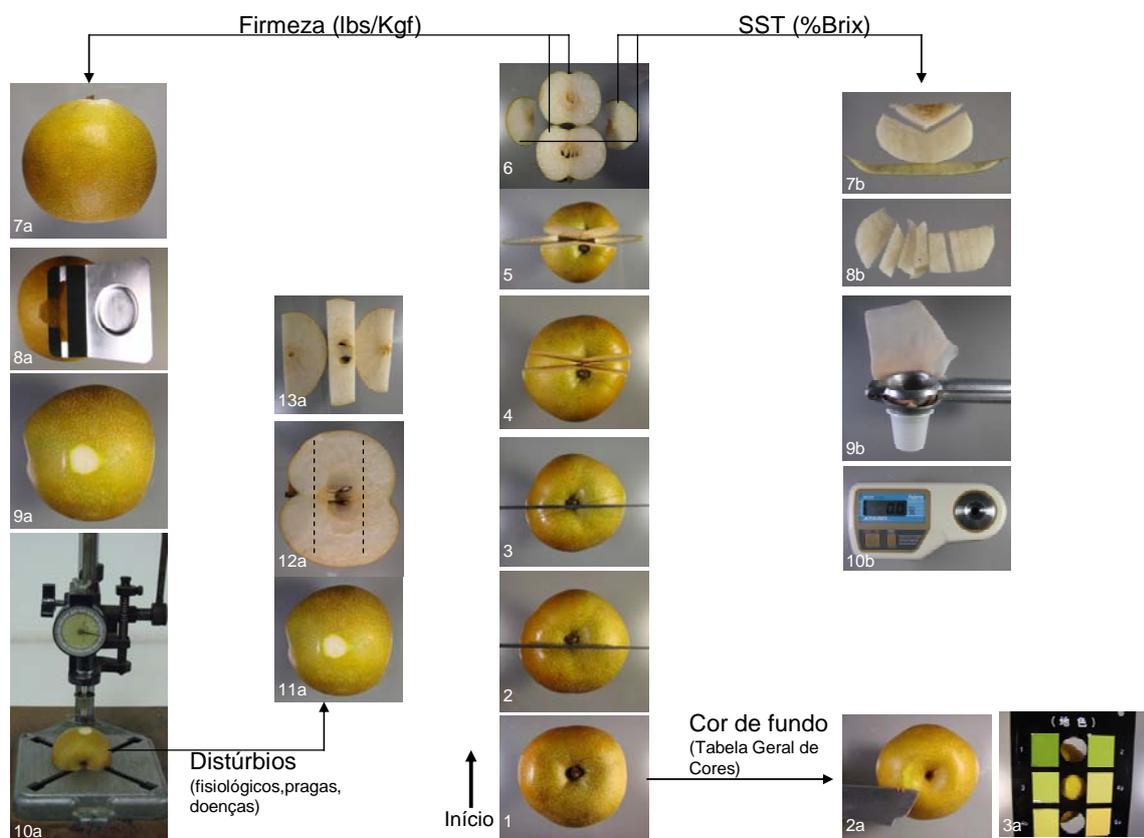


Figura 10.1 –Metodologia de análise da qualidade dos frutos, onde: a) “1 a 3a” é a leitura da cor de fundo utilizando a tabela “geral” de cor de fundo (escala de notas); b) “1 a 6” é o corte do fruto em quatro partes; c) “7a a 10a” é a leitura da firmeza da polpa (lbs ou kgf); d) “11a a 13a” é a observação de distúrbios fisiológicos e de doenças e pragas; e) “7b a 10b” é o teor de sólidos solúveis totais (°Brix).

(Fonte: Kotoboki, K., 1996. Informação pessoal, modificado)

Para Kanato et al.(1982), são necessárias 20 a 30 folhas/fruto para proporcionar boa produção, podendo as folhas estarem juntas ou não aos frutos.

Nesta pesquisa, não foi quantificado o número de folhas por fruto, mas observações visuais evidenciaram que as plantas cultivadas em São Joaquim apresentaram maior número de folhas e frutos e maior área foliar que a produzida em Caçador. Portanto, em regiões mais frias e com quantidade de frio suficiente para atender as necessidades fisiológicas para a “quebra” natural de dormência das cultivares, a brotação apresentou maior precocidade.

A divisão celular dos frutos de pereira praticamente cessa após a sexta semana do florescimento (White et al., 1990). Após esta fase, as células praticamente só crescem em tamanho. Tal fato implica que o potencial de desenvolvimento do tamanho do fruto na colheita é fundamentalmente estabelecido nessas seis primeiras semanas (Magein, 1983). Assim, a inexistência de folhas na cultivar Kousui, em Caçador, implicou no fornecimento reduzido de metabólitos exigidos pela gema brotada e pelos frutinhos em desenvolvimento, conforme citado por Iuchi (2002), considerando a macieira. Outros fatores também afetam o crescimento dos frutos, tais como o ciclo entre a plena floração e colheita (foi maior em São Joaquim), o raleio e a colheita antes ou após o ponto ideal da maturação fisiológica.

Cor de maturação

Faoro (2001a) cita que dois fatores devem ser observados conjuntamente para definir o ponto de colheita dos frutos de pereira japonesa: a cor da película e o teor de sólidos solúveis totais (SST), embora a cor de fundo, por si só, seja um excelente indicativo. Segundo diversos autores (Kajiura et al., 1975; Kajiura et al., 1981; White et al., 1990), a escala da tabela de cores “específica” da cv. Housui indica o valor 3 para os frutos destinados à armazenagem e os valores 4 e 5 para consumo imediato. Para esta cultivar, quando se utiliza a escala da “Tabela Geral” de cores, o valor 3 indica armazenagem e os valores 4a e 4b consumo imediato (Faoro e Shiba, 2001). Acima destes valores, os frutos estão além do ponto ideal para o consumo e apresentarão menor crocância e conservação. Kajiura et al., (1975; 1981) indicam 3 e 4a como melhor ponto de colheita para a cv. Housui, utilizando a “Tabela Geral” de cores.

Há possibilidade de ocorrer variação na cor de maturação dos frutos entre os diferentes anos. Isto foi observado por Krammes et al. (2006) em frutos de caqui, ficando a coloração mais intensa nos frutos cultivados em clima ameno (20 a 25°C) que os cultivados em clima mais frio (15°C) ou mais quente (30°C), principalmente nos últimos 30 dias pré-colheita. Fator semelhante ocorreu nos dois locais, ocasionando variações na cor das películas externas dos frutos e

incompatibilidade com as tonalidades utilizadas nas Tabelas Específicas de cada cultivar. Por isso, optou-se por utilizar a Tabela Geral de cor de fundo dos frutos, também desenvolvida no Japão, a qual observa a cor de fundo do fruto.

Na safra 2006/2007, em São Joaquim, o valor na escala da cor de maturação dos frutos da cv. Kousui situou-se na nota inferior ($2,7 = 3$), indicando potencial para a colheita ser prorrogada por alguns dias e assim os frutos crescerem um pouco mais. Mas, na safra seguinte, eles foram colhidos após o ponto ideal da escala de colheita (nota $4,96 = 4b$) e não produziram frutos maiores ao esperado. Nesta safra, as cvs. Kousui e Housui foram colhidas em notas semelhantes e dentro do período indicado como ideal, mas ambas diferiram significativamente da cv. Nijisseiki, colhida antes de atingir o ponto ideal de maturação. Tais situações das cvs. Kousui e Nijisseiki deveram-se também ao excesso da carga de frutos na planta, resultado de raleio pouco rigoroso, aliado, no caso da cv. Kousui, ao seu potencial genético limitado, pois Faoro & Shiba (1999) citam que no Brasil esta cultivar produz frutos pequenos. Em Caçador, nas duas safras, os frutos colhidos estavam dentro do período ideal de maturação, mesmo diferindo significativamente a cv. Nijisseiki da cv. Kousui, sendo esta colhida mais tardiamente Tabelas (10.1 e 10.2).

Tabela 10.1- Qualidade dos frutos de cultivares de pereira japonesa da safra 2006/2007, em Caçador (CD) e São Joaquim (SJ).

Cultivar/local e ano de coleta	Peso médio (g)	Cor maturação ^(a)	Diâmetro (cm)	Firmeza (kgf)	SST (°Brix)	Nº Sementes viáveis/fruto
Kousui-CD/07	180,4	3,3	7,0	1,9	12,85	2,1
Kousui-SJ/07	188,2	2,7	7,1	1,9	12,40	0,9
Housui-SJ/07	193,5	2,9	7,1	2,8	12,48	0,4
Housui-CD/07	320,6	3,2	8,5	2,5	12,17	0,8
Nijisseiki-CD/07	337,3	3,5	8,6	1,8	12,32	3,0

Tamanho de frutos

Em São Joaquim, foi observado maior número de frutos/gema na cv. Kousui que na cv. Housui, sendo comum dois a três frutos por gema nessa primeira cultivar. Camilo (2002) cita que raleio mais intenso aumenta o tamanho dos frutos, indicando que quanto menos frutos ficarem por gema e por plantas maior tamanho terão os frutos. O mesmo é recomendado por Petri et al. (2001a). Petri (2002a) cita que na macieira, o ponto de maturação do fruto ocorre em data mais tardia em São Joaquim que Caçador, o que propicia frutos de maior tamanho. Dados obtidos

neste trabalho indicaram que o ciclo de crescimento dos frutos é maior em São Joaquim, fator este importante para a produção de frutos maiores. Logo, a alteração no manejo do pomar de pereira, deixando um fruto por gema após o raleio e colhendo-o no ponto ideal de maturação, certamente aumentará seu tamanho e valor comercial.

A faixa de peso dos frutos considerada comercialmente ideal situa-se entre 250g e 300g (Masseron et al., 1992). Na safra 2006/2007, em Caçador, as cvs. Housui e Nijisseiki produziram frutos acima desses valores (Tabela 10.1). Isto deveu-se ao baixo número de gemas florais por planta e ao baixo número de flores por gema floral (Tabela 4.1 do Capítulo 4), e não por excesso de raleio manual. Ou seja, a reduzida carga de frutos por planta induziu maior crescimento dos frutos. Já em São Joaquim, a cv. Housui fixou elevada carga de frutos por planta e produziu frutos abaixo do peso ideal, indicando que o clima mais adequado durante a vernalização – maior número de horas de frio - induziu maior produção de flores e fixação de frutos.

Na safra seguinte (2007/2008), em Caçador, as cvs. Housui e Nijisseiki produziram frutos dentro da faixa de peso ideal (250 ~ 300g), enquanto a cv. Kousui continuou produzindo frutos pequenos, diferindo significativamente dessas duas cultivares (Tabela 10.2). Essa situação está relacionada à maior quantidade de horas de frio durante a vernalização de 2007 quando comparada à de 2006, principalmente à quantidade de horas de frio acima da média nos meses de maio e de julho. Desencadeou-se assim um maior número de gemas florais por planta e maior número de flores por inflorescência, induzindo maior fixação de frutos e proporcionando melhor distribuição dos frutos na planta, após o raleio, que foi melhor. O diâmetro dos frutos apresentou o mesmo comportamento, diferindo significativamente a cv. Kousui, com menor diâmetro, das demais, em Caçador. Foi comum a ocorrência de frutos da cv. Housui presos às plantas com o pedúnculo parcialmente rompido, indicando alto risco de queda dos mesmos devido ao elevado peso médio. Isso é indício que os frutos das pereiras japonesas, por serem colhidos maduros e aptos para o consumo imediato após atingirem o ponto fisiológico ideal, não devem ter a sua colheita retardada.

Em São Joaquim, na segunda safra, as cvs. Nijisseiki, Housui e Kousui continuaram produzindo frutos com peso inferior ao ideal, indicando a necessidade da realização de maior intensidade de raleio e colheita na época adequada. Todas as cultivares diferiram significativamente entre si quanto ao peso e diâmetro dos frutos, apresentando a cv. Housui o maior peso (211,6 g.fruto⁻¹) e a cv. Nijisseiki, o menor (142,1 g.fruto⁻¹) (Tabela 10.2). Neste local, foi comum as inflorescências da cv. Nijisseiki apresentarem mais que um fruto por gema.

Para efeito comparativo, o peso médio dos frutos da cv. Housui produzida por agricultores de Frei Rogério, SC, ficaram entre 272,9g e 298,2g, respectivamente em pomar

conduzido em latada com 5 e 6 anos e em pomar com plantas em forma de “V”, com 8 e 9 anos (Faoro, 2001a). Esses produtores adotavam polinização com colméias de abelha melífera, polinização manual e uso de buquê.

Teor de açúcar

No Brasil, é citado como ideal a colheita dos frutos de pereira do tipo japonesa quando eles apresentam valor dos Sólidos Solúveis Totais (SST) acima de 11,0°Brix (Faoro e Shiba, 2001). Nas duas safras, o valor dos SST apresentados pelos frutos de quase todas as cultivares se mantiveram acima desse mínimo, com exceção da cv. Nijisseiki (10,3°Brix) em São Joaquim, na safra 2007/2008.

Nesta mesma safra, em Caçador, os teores dos SST foram semelhantes entre todas as cultivares. Mas, em São Joaquim, a cv. Nijisseiki diferiu significativamente das cvs. Housui e Kousui, as quais produziram teores elevados de SST (10.2).

No Japão, frutos com valores inferiores a 10,0°Brix são rejeitados e não são comercializados para consumo *in natura* (Uraki, 1982). O valor dos SST indica a quantidade de açúcar no suco obtido da polpa do fruto, o qual pode variar conforme a origem da cultivar. No caso das cultivares japonesas, o açúcar predominante é a sacarose. Nas pereiras do tipo chinesa (cvs. Yali, Laiyanguli) o principal açúcar é o sorbitol e, no grupo das pereiras designadas como “Gunma” (cvs. Amanogawa e Hattatsu), é a frutose (Kajiura et al., 1979). O teor de SST é uma característica varietal e os valores aqui obtidos foram semelhantes aos citados no Japão (Faoro, 2001a). Frutos com maior teor de SST e colhidos no ponto ideal são mais saborosos para serem consumidos, já que o brasileiro prefere frutas mais doces.

Outro fator que pode influenciar o teor de SST é a presença de sementes nos frutos. Moriya et al (2005), comparando três cultivares de pereira européia, verificaram que frutos da cv. Flemish Beauty com sementes apresentaram teor significativamente maior de SST que os sem sementes. Nas duas outras cultivares avaliadas, ‘William’s’ e ‘Le Lectier’, não ocorreu diferença significativa, mas, mesmo assim, os valores de SST foram maiores quando havia sementes nos frutos.

Neste trabalho, não foi analisada este aspecto, a qual se relaciona com a variação de sementes numa determinada variedade. Mas, foi possível detectar que o teor de SST independe se uma cultivar produziu mais ou menos sementes por fruto que outra, pois a cv. Nijisseiki, ao produzir o maior número de sementes por fruto tanto em Caçador como em São Joaquim, apresentou os menores valores de SST. Logo, o teor de SST e o número de sementes por fruto parecem ser independentes e estão mais ligados ao efeito genético varietal.

Tabela 10.2- Qualidade dos frutos de cultivares de pereira japonesa em Caçador (CD) e São Joaquim (SJ), na safra 2007/2008.

Cultivares	Peso dos frutos (g)		Cor maturação (nota)		Diâmetro do fruto (cm)		Sólidos solúveis totais (°Brix)		Sementes/fruto (n°)
	CD	SJ	CD	SJ	CD	SJ	CD	SJ	SJ
Housui	262,7 A	211,6 A	3,78 AB	4,64 A	7,87 A	7,22 A	12,24 A	12,16 A	4,6 B
Kousui	106,6 B	168,6 B	4,28 A	4,96 A	5,95 B	6,70 B	11,90 A	12,24 A	4,6 B
Nijisseiki	283,5 A	142,1 C	3,44 B	3,24 B	7,61 A	6,32 C	11,68 A	10,30 B	12,2 A
CV%	17,39	17,39	10,14	10,14	2,63	2,63	5,28	5,28	36,64

Nota: Os valores da cor de maturação dos fruto são baseados na Tabela Geral de cor de fundo. Nas colunas, valores seguidos da mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A colheita antecipada dos frutos, em São Joaquim, na safra de 2006/2007, foi motivada por exigência comercial por parte de comerciantes, agravando o problema da qualidade, pois quanto mais fria é uma região mais tardia será a colheita. Tal situação repercutiu na nota da escala geral de cores de maturação: 2,9 para cv. Housui e 2,7 para a cv. Kousui, comparativamente a 3,2 para a cv. Housui, 3,3 para a cv. Kousui e 3,5 para a cv. Nijisseiki, em Caçador (Tabela 10.1). Estes valores indicaram que os frutos das cultivares de São Joaquim estavam fisiologicamente menos aptos ao consumo imediato e, por isso, geraram menor qualidade e produtividade que o potencial permitiria. Frutos da cv. Housui colhidos em São Joaquim apresentaram maior teor dos sólidos solúveis totais (12,48°Brix) mesmo quando precocemente colhidos, comparados aos de Caçador (12,17°Brix), mesmo estes tendo maior nota na cor de maturação.

Significa dizer que, caso a colheita dos frutos de São Joaquim fosse no ponto de maturação ideal, a qualidade obtida seria maior ainda. Na safra seguinte, em São Joaquim, a cor de maturação dos frutos na colheita foi superior aos da safra passada para as cvs. Housui e Kousui, indicando que a colheita deu-se numa fase fisiológica mais adequada, mas o diâmetro foi menor devido ao excesso de frutos por gema e por planta.

Na safra 2006/2007 não houve diferença significativa quanto ao teor de SST entre os frutos das cvs. Housui e Kosui colhidos em Caçador (12,48°Brix e 12,85°Brix, respectivamente) com os colhidos em São Joaquim (12,17°Brix e 12,40°Brix (Tabela 10.1). White et al. (1990) indicam que o teor de SST aumenta com a proximidade do ponto ideal de maturação fisiológica. Assim, se a colheita se desse mediante a avaliação da cor de maturação e não por imposição dos comerciantes, ela seria mais tardia e certamente o SST dos frutos de todas as cultivares de São Joaquim seriam maior que os obtidos em Caçador. Tal situação fica evidente ao analisar a Tabela 10.1, onde se observa que em Caçador os frutos das cvs. Housui e Kousui apresentaram teor de SST semelhante aos de São Joaquim, mas a cor de maturação em Caçador foi superior e, portanto, já estavam num estágio fisiológico de maturação mais adiantado e também mais apto ao processo de colheita.

Firmeza da polpa

Quanto mais próximo do ponto de maturação fisiológica do fruto, menor será a firmeza da polpa. Por isso, esta medida está atrelada ao ponto de colheita, embora, quando utilizada de forma isolada, não é considerada boa indicadora para definir o ponto ideal para a colheita de pêras japonesas (Joublan et al., 1998). Por isso, a firmeza deve ser utilizada como suporte à outras características qualitativas, principalmente à cor de maturação e o teor de SST. A firmeza da polpa é uma característica varietal e os programas de melhoramento genético japoneses procuram selecionar genótipos com polpa macia.

As cvs. Kousui e Housui têm polpa macia (< 4,5 lbs). Já as mais antigas, como as cvs. Shinsui, Suisei e Nijisseiki, possuem polpa com firmeza média (4,5 a 5,0 lbs) ou mais firme, como a cv. Shinsui (> 5,0lbs) (Faoro, 2001a). Na safra 2006/2007 e nos dois locais, a cv. Housui apresentou frutos mais firmes que a cv. Kousui. Na safra seguinte, não houve diferença significativa entre as cultivares plantadas em São Joaquim ou em Caçador (Anexo 10.3b).

Produção de sementes

Na safra de 2006/2007, nos dois locais, as cvs. Housui e Kousui produziram poucas sementes por frutos (< 3,0 sementes), enquanto a cv. Nijisseiki teve uma produção intermediária ($\geq 3,0$ e < 5,0 sementes). Na safra seguinte, a cv. Nijisseiki apresentou alta produção por fruto ($\geq 5,0$ sementes) nos dois locais, diferindo significativamente das cvs. Housui e Kousui, que apresentaram produção intermediária em São Joaquim e baixa em Caçador. Foi detectado que não ocorreu efeito do local quanto à produção de sementes (Anexo 10.3c).

Tendo como base o número de sementes viáveis produzidas por fruto, foi possível detectar diferentes taxas de fecundidade entre as cultivares testadas, o que indica o envolvimento do efeito genético nesta questão (Nyéki e Soltész, 1998a). Para isso, foi considerado o número médio de sementes produzidas nas duas safras avaliadas, quando possível (Tabelas 10.1 e 10.2): a) baixa fecundidade (1,1 a 3,0 sementes por fruto): cvs. Housui e Kousui; b) com fecundidade intermediária (3,1 a 5,0 sementes): Suisei; c) com fecundidade alta (5,1 a 10,0 sementes): cv. Nijisseiki. Desta forma, a cv. Nijisseiki apresentou alta capacidade genética em produzir frutos com maior número de sementes viáveis, o que a torna, desconsiderando outros fatores, mais competitiva perante as outras cultivares analisadas caso se considere um processo evolutivo natural, pois deixou maior número de descendentes para a próxima geração.

Distúrbios fisiológicos

Em alguns frutos avaliados na safra 2007/2008, foram observados dois distúrbios fisiológicos na polpa. O primeiro foi o “pingo de mel” (=“watercore”) na cv. Nijisseiki. Os sintomas se desenvolvem quando os frutos estão aderidos à planta, ficando a região da polpa e próxima à casca, com aspecto aguado devido ao acúmulo de açúcares e à deficiência enzimática para a degradação do sorbitol. Na maçã e na pêra, as principais causas desse distúrbio, são: predisposição genética; colheita tardia e após o ponto ideal de maturação (Basso & Suzuki, 2001); ocorrência de frutos grandes; alta exposição à luz e alternância de dias claros e quentes com noites frias (Iuchi et al., 2001). No caso

desta pesquisa, a provável causa desta desordem foi a colheita de alguns frutos após o ponto ideal de maturação e a predisposição genética da cv. Nijisseiki.

Outro distúrbio foi uma leve “degenerescência interna por senescência” em alguns frutos da cv. Housui produzida em Caçador. Esta desordem está associada principalmente à maturação avançada do fruto, à ocorrência de frutos grandes e à presença de “pingo de mel” (Iuchi et al., 2001). A causa principal parece estar relacionada a colheita de alguns frutos já passados do ponto de maturação ideal. Também, é provável que a cv. Housui apresente pré-disposição genética para expressar essa desordem, já que é descendente da cv. Nijisseiki, a qual é citada como suscetível (Basso & Suzuki, 2001).

10.4 - Conclusões

Falta de frio durante a vernalização (em Caçador) ocasiona a brotação de flores da cv. Kousui sem a presença de folhas até a fase J.

O uso da tabela geral de cores desenvolvidas no Japão, na qual é observada a cor de fundo do fruto, pode ser utilizada para as cultivares japonesas.

A colheita de frutos antes da maturação fisiológica implica na produção de frutos de menor peso, com menor teor de Sólidos Solúveis Totais (SST°Brix), com maior firmeza e menos saborosos do que potencialmente poderiam ser.

O número de sementes por fruto varia entre cultivares e anos.

A cv. Nijisseiki produziu frutos com polpa mais firme que os das cvs. Housui e Koususi. O clima não afetou esta característica.

As cvs. Housui e Kousui apresentam baixa fecundidade e a cv. Nijisseiki apresenta alta fecundidade .

Frutos da cv. Housui apresentam o melhor conjunto comercial: bom peso, alto teor de açúcar, polpa crocante e macia e alta suculência.

Alguns frutos da cv. Nijisseiki apresentaram o distúrbio fisiológico pingo de mel, enquanto alguns frutos com maturação mais avançada da cv. Housui apresentaram degenerescência interna por senescência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKIKO, I.; HIROKO, H.; YOSHIKI, K. Sugar metabolism in spur bud during flower bud formation: a comparison between exposed and shaded buds of japanese pear [*Pyrus pyrifolia* (Burm.)Nak.] ‘Kosui’. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, v.72, n.4, p.253-261, 2003.

ALEXANDRE, J.; SOARES, J.; SILVA, A. A pera Rocha. In: SOARES, J. (Coord.). **O livro da pera Rocha**. V.1. Cadaval: ANPPRocha, p.27-42, 2001.

ALTIERI, M. A . **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. Guaíba: Agropecuária, 592p., 2002.

APPEZZATO-DA-GLORIA, B.; CARMELO-GUERREIRO, S.M. (Eds.) **Anatomia vegetal**. 2ª ed. Viçosa: UFV, 438p., 2006.

ARRIEL, N.H.C.; MAURO, A.O.D.; CRUZ, C.D.; MAURO, S.M.Z.D.; COSTA, M.M.; UNÊDA-TREVISOL, S.H.; CAPELATO, A. Comparison of similarity coefficients in sesame cultivars clustering using RAPD markers. **Crop Breeding an Applied Biotechnology**, v.4, n.2, p.192-199, 2004.

ASANO, S.; OKUNO, T. Period of breaking the rest and the quality of chilling requirement of ‘Kousui’ and ‘Housui’ Japanese pear. **Bull. Saitama Hort. Exp. Sta.**, n.17, p.41-47, 1990.

BARBOLA, I. de F.; LAROCA, S.; ALMEIDA, M.C.de; NASCIMENTO, E.A.do Floral biology of *Stachytarpheta maximiliani* Scham. (Verbenaceae) and its floral visitors. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 50, n. 4, p. 498-504, 2006.

BASSO, C.; SUZUKI, A. Distúrbios fisiológicos. In: EPAGRI. **Nashi, a pêra japonesa**. Florianópolis: Epagri/Jica, p.233-260, 2001.

BAUGHER, T.A. Anatomy and taxonomy. In: BAUGHER, T.A.; SINGHA, S. (Eds.) **Consise encyclopedia od temperate tree fruits**. HawortPress, p.3-10, 2003.

BECKER, W.F.; OZAWA, T.; BONETI, J.I.da S.; KATSURAYAMA, Y. Doenças da Pereira. In: EPAGRI. **Nashi, a pêra japonesa**. Florianópolis: Epagri/Jica, p.243-260, 2001.

BENEDEK, P. Insect pollination of fruit crops. In: NYÉKI,J.; SOLTÉSZ, M. **Floral biology of temperate zone fruit trees and small fruits**. Budapest: Akadémiai Kiadó, p.287-340, 1996.

BENEDEK, P. Insect pollination of temperate zone entomophilous fruit tree species and cultivar features affecting bee-pollination, 24. In: KOZMA, P.; NYÉKI,J.; SOLTÉSZ, M; SZABÓ, Z. **Floral biology, pollination in temperate zone fruit species and greape**. Budapest: Akadémiai Kiadó, p.531-582, 2003.

BENEDEK, P.; BÉRES, J.; NYÉKI, J. Competition between pear flowers, flowering weeds and some other fruits trees for honeybee pollination. **Acta Horticulturae**, n.475, p.417-426, 1998a.

BENEDEK, P.; RUFF, J.; NYÉKI, J. Comparasion of honeybee visitation of pear cultivars. **Acta Horticulturae**, n.475, p.429, 1998.

BROOKS BROOKS,H.L.; VAN DER ZWET,T.; OITTO,W. The pear breeding program of the United States Department of Agriculture. **Chron. Hortic.**,v.7, p.34-35, 1967.

BUBÁN, T. Pollinization and fertilization: pollen adhesion on stigmatic surfaces and the outset of pollen tube growth. In: NYÉKI,J.; SOLTÉSZ, M. **Floral biology of temperate zone fruit trees and small fruits**. Budapest: Akadémiai Kiadó, p.156-184, 1996.

CALLAM, N.W.; LOMBARD, P.B. pollination effects on fruit and seed development in ‘Comice’ pear. **Journal Amer. Soc. Hort. Science**, v.103, n.4, p.496-500, 1978.

CAMELATTO, D. Dormência em fruteiras de clima temperado. **Horti Sul**, v.1, n.3, p.12-17, 1990.

CAMELATTO, D.; HERTER, F.G.; CAMPOS, A.D.; NAKASU, B.H. Investigação de fatores e ocorrência de abortamento floral em Pereira japonesa e seu controle: época. In: **Projeto de Pesquisa em Horticultura para Pequenos Produtores no sul do Brasil**. Relatório Anual (2000/2001). São Joaquim, SC. Epagri/Jica/Embrapa. IV Reunião Técnica de apresentação de Resultados de Pesquisa, 24 e 25 de julho de 2001, p. 98, 2001a.

CAMILO, A.P. Reguladores de crescimento. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis; Epagri, p.661-689, 2002.

CARDIM, D.C.; CARLINI-GARCIA, L.A.; MONDIN, M.; MARTINS, M.; VEASEY, E.A.; ANDO, A. Variabilidade intra-específica em cinco populações de *Oncidium varicosum* Lindl. (Orchidaceae, Oncidiinae) em Minas Gerais. **Revista Brasileira de Botânica** (Suplemento), v.24, n.4, p.553-560, 2001.

CARVALHO, R.I.; ZANETTE, F. Conteúdo de carboidratos em gemas e ramos de macieira durante o outono e inverno em regiões de baixa ocorrência de frio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.26, n.2, p.202-205, 2004.

CHAGAS, E.; BARBOSA, W.; SAITO, A.; PIO, R. Temperature, pH and development period on *in vitro* pollen germination in *Pyrus calleryana*. **Acta Horticulturae**, n. 800, p.521-525, 2008.

CHEN, Z.J. genetic and epigenetic mechanism for gene expression and phenotypic variation in plant polyploids. **Annual Review of Plant Biology**, v.58, p. 377-406, 2007.

CHEN, T.H.H.; DAVIS, J.; FREWEN, B.E.; HOWE, G.T.; BRADSHAW Jr., H.D. Molecular genetic analysis of bud dormancy-related traits in *Populus*. Cap. 22. In: VIÉMONT, J.D.; CRABBÉ, J. (Eds.) **Dormancy in plants from whole plant behaviour to cellular control**. Wallingford: CABI Publishing, p.319-329, 2000.

CITADIN, I.; RASEIRA, M.do C.B.; HERTER, F.G.; SILVA, J.B.da; QUEZADA, A.C.; SILVEIRA, C.A.P. Estádio da meiose do microsporo como marcador do final da endodermia em pessegueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, n.1, p.23-28, 2002.

COUVILLON, G.A. Temperature and stress effects on rest in fruit trees: a review. **Acta Horticulturae**, v. 395, p.11-19, 1995.

CRANE, M.B.; LEWIS, D. Genetical studies in pears. III. Incompatibility and sterility. **J.Genet.**, V.43, p.31-43, 1942.

CRUDEN, R.W. pollen grains: why so many? **Plant Systematics and Evolution**, v.222, p.143-165, 2000.

CRUZ, C.D. **Princípios de genética quantitativa**. Viçosa: UFV, 394p., 2005.

DANTAS, A.C.de M.; NUNES, J.C. de O.; BRIGHENTI, E.; RIBEIRO, L.G.; NODARI, R.O. Efeito da polinização dirigida entre porta-enxertos de macieira (*Malus sp.*) na frutificação efetiva e no desenvolvimento de frutos em São Joaquim-SC. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.23, n.3, p.497-503, 2001.

DAVIS, A.R. Searching and breeding for structural features of flowers correlated with high néctar-carbohydrate production. **Acta Horticulturae**, n.561, p.107-121, 2001.

DELAPLANE, K.S.; MAYER, D.F. **Crop pollination by bees**. Nova Iorque: CABI Publishing, p.239-242, 2000.

DENARDI, F. Porta-enxertos. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis: Epagri. p. 169-227, 2002.

DENCKER, I.; HANSEN, P. Flower initiation and node development of axillary buds, growth partitioning, and bleeding sap production of young apple trees as affected by fertigation. **Journal of Horticultural Science**, v. 69, p.869-876, 1994.

DENNIS, F.Jr. Flowering, fruit set and development under warm condition, p. 101-122. In: EREZ, A. (Ed.) **Temperate fruit crops in warm climates**. Dordrecht: Kluner Academic Press, 463p., 2000.

DENNIS, F.Jr Flowering, pollination and fruit set and development. In: FERRE, D.C.; WARRINGTON, I.J. (Eds.) **Apples: botany, production and uses**. Oxon: Cabi Publshing, p.153-166, 2003.

DIAS, L.A.dos S. Análise multidimensionais. In: ALFENAS, A.C. (Ed.) **Eletroforese e marcadores bioquímicos em plantas e microorganismos**. Viçosa: Editora UFV, p.405-475, 2006.

DIBUZ, E. Types of blooming sequences of flowers in the inflorescence of pear varieties. **Acta Horticulturae**, n.475, p.231-235, 1998.

DIBUZ, E.; BENEDEK, P.; SOLTÉSZ, M.; NYÉKI, J. Relationship between the type of inflorescence and the bee pollination of pear cultivars. **Acta Horticulturae**, n.475, p.223-229, 1998.

DOORN, W.G.V. Effetets of pollination on floral attraction and longevity. **Journal of Experimental Botany**, v.48, n.314, p.1615-1622, 1997.

DOORN, W.G.V.; STEAD, A.D. Abscission of flowers and floral parts. **Journal of Experimental Botany**, v.48, n.309, p.821-837, 1997.

DUGANOVA, E.A. Flower damage by spring frost and the productivity of pear cultivars in the Crimea. **Bul.Vses.Ord.Lenina Inst.Rast.Im.N.I.Vavilova**, n.103, p.26-30, 1980. (Horticultural Abstract, 1982, cita nº1399)

EINHARDT, P.M.; CORREIA, E.R.; RASEIRA, M. do C.b Comparação entre métodos para testar a viabilidade de pólen de pessegueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28, n.1, p.5-7, 2006.

EMBRAPA Meio-Norte. Produção de mel. (<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mel/SPMel/importancia.htm>, acessado em 11/06/2007].

EMPASC/ACARESC. **Normas técnicas para pêra**. Florianópolis: EMPASC, 28p., 1988. (EMPASC/ACARESC. Sistemas de Produção, 10).

EPAGRI. **Nashi, a pêra japonesa**. Florianópolis: Epagri/Jica, 341p., 2001.

EREZ, A. Bud dormancy: phenomenon, problems and solutions in the tropics and subtropics. In: EREZ, A. (Ed.) **Temperate fruit crops in warm climates**. Netherlands: Kluwer Academic Publishers. p.17-48, 2000.

ESUMI, T.; TAO, R.; YONEMORI, K. Comparison of early inflorescence development between Japanese pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai) and Quince (*Cydonia oblonga* Mill.). **Journal Japan Soc. Hort. Science**, v.76, n.3, p.210-216, 2007.

FACHINELLO, J.C. Situação e perspectiva della frutticoltura temperate in Brasile. **Rivista di Frutticoltura**, n.3, p.39-44, 1998.

FAO/Food and Agriculture Organization of the United Organizations. Productio. Crops Primary – Pears. Disponível em <http://faostat.fao.org/>. Acesso em 06 março 2009.

FAORO, I.D. Correct spelling for some Japanese pear names: a suggestion. **Acta Horticulturae**, n.587, p. 133-136, 2002.

- FAORO, I.D. Cultivares e porta-enxertos. : EPAGRI. **Nashi, a pêra japonesa**. Florianópolis: Epagri/Jica, p.95-138. 2001^a
- FAORO, I.D. História e produção. In: EPAGRI. **Nashi, a pêra japonesa**. Florianópolis: Epagri/Jica, p.15-66, 2001b
- FAORO, I.D. Queda de flores da pereira: algumas das possíveis causas. **Agropecuária Catarinense**. V.7, n.3, p.41-43, 1994
- FAORO, I.D. Morfologia e fisiologia. In: EPAGRI. **Nashi, a pêra japonesa**. Florianópolis: Epagri/Jica, p. 64-94, 2001d.
- FAORO, I.D. Pêras comerciais para as regiões mais frias de Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, v.12, n.2, p.5-8, 1999;
- FAORO, I.D.; BRIGHENTI, E. Pêra. In: EPAGRI. **Avaliação de cultivares para o Estado de Santa Catarina 2006/2007**. Florianópolis: Epagri, p.124-129, 2006.
- FAORO, I.D.; NAKASU, B.H. Perspectiva da cultura da pereira japonesa no Brasil. In: SEMINÁRIO SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 1., 2001, Florianópolis, SC. Anais... Florianópolis: Epagri, p.53-61, 2001.
- FAORO, I.D.; SHIBA, S. Colheita, classificação e armazenagem. In: EPAGRI. **Nashi, a pêra japonesa**. Florianópolis: Epagri/Jica, p.211-231, 2001.
- FAORO, I.D.; ALBUQUERQUE, C.L.de; ORTH, A.I.; GUERRA, M.P. 2005. Técnicas comparativas para evitar a fecundação indesejável em programas de melhoramento genético da macieira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 3. Gramado: SBMP/EMBRAPA, 9 a 12 de maio de 2005 (CD-Room).
- FAQUIM, R.; SILVA, I.D.da; CARVALHO, R.I.N. de Necessidade de frio para quebra da dormência de gemas de caquizeiro 'Fuyu'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.29, n.3, p.438-444, 2007.
- FARKAS, Á.; OROSZ-KOVÁCS, Zs. Nectar secretion dynamics of Hungarian local pear cultivars. **Plant Syst. Evol.**, v.238, p.57-67, 2003.

FENSTER, C.B.; ARMBRUSTER, W.S.; WILSON, P.; DUDASH, M.R.; TOMSON, J.D. Pollination syndromes and floral specialization. **Annual Review Ecol. Evol. Syst.**, n.35, p.375-403, 2004.

FIDEGHELLI, C. Origine ed evoluzione. In: ANGELINI, R.; FIDEGHELLI, C.; PONTI, I. (Coord.). **Il pero**. Bologna: ART Servizi Editoriali, p.1-17, 2007.

FREE, J.B. **Insect pollination of crops**. 2.ed. San Diego: Academic Press, 684p., 1993.

GALETTO, L.; BERNARDELLO, L.M.; JULIANI, H.R. Characteristics of secretion of néctar in *Prostegia venusta* (Ker-Gawel.) Miers (Bignoniaceae), **New Phytol.**, n.127, p.465-471, 1994.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BAPTISTA, G.C.de; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 920p., 2002.

GARCIA-HERNANDEZ, E.del R.; LÓPEZ, G.I.C. Estructural cell wall protein from Five pollens species and their relationship with boron. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.17, n.4, p.375-381, 2005.

GARGNELUTTI FILHO, A.; MATZENAUER, R.; MALUF, J.R.T.; FONTANA, D.C. Análise decadal da temperatura do ar no estado deo Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 15. Aracajú, 2 a 5 de julho de 2007, 5p., 2007. (CD-Room).

GAVICLIONE, J.H.; WEREGE, M.S.; CARAMORI, P.H. Zoneamento de horas de frio para o Estado do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 15. Resumos. Aracajú, 2 a 5 de julho de 2007. 2007.

GEMMA, H. Dormancy breaking in japanese pear grown in a heated greenhouse. **Acta Horticulturae**, n.395, p.57-68, 1995.

GEMMA, H.; UCHINO, K.; FUKUSHIMA, M.; OUGAKI, C. Acclimation of japanese pear 'Kosui' under warm temperatura during early growing period in a vinyl house. **Acta Horticultural**, n.279, p.259-268, 1990.

GOLDWAY, M.; ZISOVICH, A.; STERN, R.A. Understanding the gametophytic self incompatibility system and its impact on the cultivation of pears. **International Pear Symposium**, 10. Resumos. Portugal, p.18., 2007.

GRIGGS, W.H.; IWAKIRI, B.T. Pollination and parthenocarpy in the production of Bartlett pears in California. **Hilgardia**, n.22, p.643-678, 1954.

GRIGGS, W.H.; IWAKIRI, B.T.; CLAYPOOL, L.L. A comparison of growth, maturity, and quality of seedless and seeded Bartlett pears. **Proc.Amer.Soc.Hort.Sci.**, n.70, p.74-84, 1957.

GRIGGS, W.H.; VANSSELL, G.H.; IWAKIRI, B.T. The storage of hand-collected and bee-collected pollen in a home freezer. **Proc.Amer.Soc.Hort.Sci.**, v.62, p.304-305, 1953.

HALÁSZ, J.; HEGEDUS, A. Self-incompatibility in pears (*Pyrus communis* L., *Pyrus serotina* Rehd. and *Pyrus ussuriensis*) review. **International Journal of Horticultural Science**, v.12, n.2, p.87-91, 2006.

HASKELL, G. The stamen constancy of diploid and polyploidy pears. **New Phytologist**, v.53, n.2, p.349-353, 1954.

HAUAGGE, R.; BRUCKER, C.H. Macieira. In: BRUCKNER, C.H. (Ed.) **Melhoramento de fruteiras de clima temperado**. Viçosa: UFV, p.27-88, 2002.

HAUAGGE, R.; CUMMINS, J.N. Pome fruit genetic pool for production in warm climates, p. 267-303. In: EREZ, A. (Ed.) **Temperate fruit crops in warm climates**. Dordrecht: Kluwer Academic Press, 463p., 2000.

HEDHLY, A.; HORMAZA, J.A.; HERRERO, M. Influence of genotype-temperature interaction on pollen performance. **Journal Evol. Biology**, v.18, p.1494-1502, 2005.

HERRERA, J. Aminoácidos em El néctar de plantas Del sur de España. **Anales jardín Botánico de Madrid**, v.45, n.2, p.475-482, 1989.

HERRERO, M. Factors affecting fruit set in 'Agua de Aranjuez' pear. **Acta Horticulturae**, n.139, p.91-96, 1983.

HERTER, F.G.; MACHADO, L.B.; OLIVEIRA, M. de F.; SILVA, J.B.da Efeito do frio na brotação de gemas de pereira (*Pyrus communis* L.) cv. Carrick, em Pelotas, RS. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.23, n.2, p.261-264, 2001c.

HERTER, F.G.; WAGNER Jr, A.; COUTO, M.; CHAVES, A.; MALGARIN, M.B.; VITTI, M.R. Concentração de carboidratos em gemas florais de Pereira cv. Nijisseiki submetidas à flutuação térmica durante o período de dormência. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17. Belém: SBF, **Resumos...**, 2002 (CR-room)

HERTER, F.G.; WREGE, M.S.; REISSER Jr, C.; STEINMETZ, S.; TREVISAN, R.; CHAVARRIA, G.; GARDIN, J.P.; SILVEIRA, C.A.P.; LEITE, G.B.; CITADIN, I.; VERISSIMO, V.; MARAFON, A.C.; SIMÕES, F. Adaptação de frutíferas de clima temperado no sul do Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 10., 2007, Fraiburgo, SC. **Anais...** Caçador: Epagri, vol. 1 (Palestras), p.117-127, 2007

HIRATSUKA, S.; HIRATA, N.; TEZUKA, T.; YAMAMOTO, Y. Self-incompatibility reaction of Japanese pear in various stages of floral development. **Journal Japan Soc. Hort. Science**, v.54, n.1, p.9-14, 1985.

HIRATSUKA, S.; ICHIMURA, K.; TAKAHASHI, E.; HIRATA, N. Analysis of proteins in developing style and ovary with reference to self-incompatibility of Japanese pear. **Journal Japan Soc. Hort. Science**, v.55, n.2, p.145-152, 1986.

HIRATSUKA, S.; ZHANG, S-L.; NAKAGAWA, E.; KAWAI, Y. Selective inhibition of the growth of incompatible pollen by S-protein in the Japanese pear. **Sex Plant Reprod**, n.13, p.209-215, 2001.

HONJO, H.; FUKUI, R. Effects of global warming on temperate fruit crop production- yearly variation of flowering date for Japanese pear tree in Japan. In: **International workshop: temperate fruit trees adaptation in subtropical areas**. Pelotas: EMBRAPA/EPAGRI, 2 a 3/dez/2002. (CD-Room).

HONT, K.; GÖNDÖR, M.; BOLDOG, Z.; HORVÁTH, Z.; SZANI, Z. Adaptation of some Japanese pears in Hungary. **Acta Horticulturae**, vol. 2, n.663, p.903-906, 2004.

IBRAF/ Instituto Brasileiro de Frutas, www.ibraf.org.br, acessado em 29/04/2009.

ICHIMIZU, T.; NORIOKA, S.; NAKANISHI, T.; SAKIYAMA, F. S-genotype of Japanese pear 'Hosui'. **Journal Japan Society of Horticultural Science**, v.67, n.1, p.35-38, 1998.

ISHIMIZU, T.; SATO, Y.; SAITO, T.; YOSHIMURA, Y.; NORIOKA, S.; NAKANISHI, T.; SAKIYAMA, F. Identification and partial amino acid sequences of seven S-RNases associated with self-incompatibility of Japanese pear, *Pyrus pyrifolia* Nakai. **J. Biochemical**, v.120, p.326-334, 1996.

ITO, A.; HAYAMA, H.; KASHIMURA, Y. Sugar metabolism in buds formation: a comparison of two Japanese pear [*Pyrus pyrifolia* (Burm.)Nak.] cultivars possessing different flowering habits. **Science Horticulturae**, v.96, n.1-4, p.163-175, 2002.

IUCHI, V.L. Botânica e fisiologia. In: EPAGRI. *A cultura da macieira*. Florianópolis: Epagri, p.59-104, 2002.

IUCHI, V.L.; NAVA, G.; IUCHI, T. **Distúrbios fisiológicos e desequilíbrios nutricionais em macieira**. Florianópolis: Epagri/Jica, 74p., 2001.

JACKSON, J.E. **Biology of apples and pears**. Cambridge: Cambridge University Press, 488p., 2005.

JONKERS, H. Effect of temperature on formation of flower buds in two apple cultivars. **Acta Horticulturae**, n.149, p.49-51, 1984.

JOUBLAN, J.P.; VENEGAS, A.; WILCKENS, R.; ESPINOZA, M. Influence of cold storage on Asian pears quality characteristics. **Acta Horticulturae**, n.475, p.575-585, 1998.

KAJIURA, M.; KANATO, K.; MACHIDA, Y.; AEDA, M.; KOZAKI, I.; TASHIRO, T.; ISHIMOTO, O.; SEIKE, K. New pear cultivars Hakko and Hosui. **Bulletin of the Tree Research Station**, n.A1, p.1-12, 1974.

KAJIURA, I.; OMURA, M.; SHIMURA, I. determination of the best maturity for harvest and the best harvesting index of Japanese pear. **Bulletin Fruit Tree Research Station A**, n.8, p.1-12, 1981.

KAJIURA, I.; ZISUKI, K.; YAMAZAKI, T. Color chart for Japanese pear (*Pyrus serotina* var. *culta* Rehder.) **HortScience**, v.10, n.3, p.257-258, 1975.

KAJIURA, I.; YAMAKI, S.; OMURA, M.; AKIHAMA, T.; MACHIDA, Y. Improvement of sugar content and composition in fruits and classifications of east asian pears by the principal component analysis of sugar compositions in fruits. **Japan Journal Breeding**, v.29, n.1, p.1-12, 1979.

KANATO, K.; MCKENZIE, D.W. The ideal Japanese pear. In: VAN DER ZWET, T.; CHILDERS, (Eds.). *The pear*. Gainsville: Horticultural publications, p.138-155, 1982.

KANAYAMA, Y.; WATANABE, M.; MORIGUCHI, R.; DEGUCHI, M.; KANAHAMA, K.; YAMAKI, S. Effects of low temperature and abscisic acid on the expression of the sorbitol-6-phosphate dehydrogenase gene in apple leaves. **Journal of the Japan Soc. Horticultural Science**, v.75, n.1, p.20-25, 2006.

KAYA, Z.; BINZET, R.; ORCAN, N. Pollen analyses of honey from some regions in Turkey. **Apiacta**, n.40, p.10-15, 2005.

KEARS, C.A.; INOUE, D.W. **Techniques for pollination biologists**. Niwot: University Press of Colorado, 583p, 1993.

KENDALL, D.A.; SOLOMON, M.E. Quantities of pollen on the bodies of insects visiting apple blossom. **The Journal of Applied Ecology**, v.10, n.2, p.627-634, 1973.

KETCHIE, D.O.; FAIRCHILD, E.D.; DRAKE, F.R. Viability of different pear pollen and the effect on fruit set of 'Anjou' pear (*Pyrus communis* L.). **Fruit Varieties Journal**, v.50, n.2, p.118-124, 1996.

KLEIN, A.M.; STEFFAN-DEWENTER, I.; TSCHARNTKE, T. Fruit set of highland coffee increases with the diversity of pollinating bees. **Proc. Royal Soc. Lond., B**, n.270, p.955-961, 2003.

KLUG, M.; BÜNEMANN, G. Pollination: wild bees as an alternative to the honeybee?. **Acta Horticulturae**, n. 139, p.59-64, 1983.

- KOTOBUKI, KAZUO Instituto Nacional de Ciências em Plantas Frutíferas, cidade de Tsukuba, estado de Ibaraki, Japão. 1996.
- KOZMA, P. Exploration of flower types in grapes. In: In: KOZMA, P.; NYÉKI, J.; SOLTÉSZ, M.; SZABÓ, Z. **Floral biology, pollination in temperate zone fruit species and greape**. Budapest: Akadémiai Kiadó, p.75-225, 2003.
- KOZMA, P.; NYÉKI, J.; SOLTÉSZ, M.; SZABÓ, Z. **Floral biology, pollination and fertilisation in temperate zone fruit and grape**. Budapest: Akadémiai Kiadó, 621p., 2003.
- KRAMMES, J.G.; ARGENTA, L.C.; VIEIRA, M.J.; BACARIN, M.A. Estabelecimento de índices de maturação para o ponto de colheita de frutos de caqui 'Fuyu'. **Jornal da Fruta**, n.189, p.9-11, 2007.
- KUDO, G.; HARDER, L.D. Floral and inflorescence effects on variation in pollen removal and seed production among six legume species. **Functional Ecology**, v.19, p.245-254, 2005.
- KURTZ, E.B.; LIVERMAN, J.L. Some effects of temperature on pollen characters. **Bulletin of the Torrey Botanical Club**, v.85, n.2, p.136-138, 1958.
- LAROCA, S. **Ecologia: princípios e métodos**. Petrópolis: Vozes, 197p., 1995.
- LEDFOORD, H. The flower of seduction. **Nature**, v.445, n.22, p.816-817, 2007.
- LEITE, G.B. Evolução da dormência e a heterogeneidade na brotação. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE BFRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO. Caçador: Epagri. **Anais...**, vol.1 (Palestras), p.269-275, 2005.
- LEITE, G.B.; PETRI, J.L.; HAWERROTH, F.J. Problemática da frutificação efetiva na cultura da pereira. In: REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DA PEREIRA, 2. Lages: UDESC/CAV, p.45-48, 2008.
- LEITE, D.L.; SOUZA, C.M. Polinização. In: CENTELALA-QUEZADA, A.; NAKASU, B.H.; HERTER, F.G. (Eds.) **Pêra produção**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p.23-28, 2003
- LIMA, A.M. da C. *Insetos do Brasil*. Tomo 8, 2ª parte, Cap. XXIX. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Agronomia, 195, p.186-188. (WWW.acervodigital.ufrj.br/insetos.htm, em 02/05/2008).

- LINSKENS, H.F. Pollen physiology. **Annual Reviews of Plant Physiology**, v.15, p.255-270, 1964.
- LIU, F.; CHEN, J.; CHAI, J.; ZHANG, X.; BAI, X.; HE, D.; ROUBIK, D.W. Adaptive function of defensive plants phenolics and non-linear bee response to nectar components. **Functional Ecology**, v.21, p.96-100, 2007.
- LOMBARD, P.B. Principales cultivares y nuevas variedades de peras em USA. **Revista de Fruticultura**, V.5, n.5, p.241-256, 1990.
- LONGO, J.M.; FISCHER, E. Efeito da taxa de secreção de nectar sobre a polinização e a produção de sementes em flores de *Passiflora speciosa* Gardn. (Passifloraceae) no Pantanal. **Revista Brasileira de Botânica**, v.29, n.3, p.481-488, 2006.
- LÓPEZ-MAURY, L.; MARGUERAT, S.; BÄHLER, J. Tuning gene expression to changing environments: from rapid responses to evolutionary adaptation. **Nature Reviews: Genetics**, v.9, p.583-593, 2008.
- MACHADO, A. de O.; OLIVEIRA, P.E.A.M. de Biologia floral e reprodutiva de *Cesearia grandiflora* Camb.(Flacourtiaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, v.23, n.3, p.283-290, 2000.
- MAGEIN, H. growth and abscission dynamics of Cox's Orange Pippin and Golden delicious apple fruits. **Journal of Horticultural Science**, v.64, p.265-272, 1983.
- MAIA, M.L.; AMARO, A.A.; GONSALVEZ, J.S.; SOUZA, S.A.M. Produção e mercado de pêra e pêsego no Brasil. **Informações Econômicas**, V.26, n.2, p.33-48, 1996.
- MARCHINI, L.C.; REIS, V.D.A. dos; MORETI, A.C.de C.C. Composição físico-química de amostras de pólen coletado por abelhas africanizadas *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) em Piracicaba, estado de São Paulo. **Ciência Rural**, v.36, n.3, p.949-953, 2006.
- MARCUCCI, M.C.; VISSER, T.; VANTURYL, J.M. Pollen an pollination experiments. VI. Heat resistance of pollen. **Euphytica**, v.31, n.2, p.287-290, 1982.
- MARENGO, J.A. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI**. Brasília: MMA, 212p., 2006

MARINONI, L.; MORALES, M.N.; SPALER, I. Chave de identificação ilustrada para os gêneros de *Syrphinae* (Diptera, Syrphidae) de ocorrência no sul do Brasil. **Biota Neotropica**, v.7, n.1, p.145-160, 2007.

MARODIN, G.A.B. **Época e intensidade de abortamento de gemas florais em pereiras (*Pyrus communis*) cv. Packham's Triumph em ambientes com distintas condições climáticas**. Porto Alegre: UFRS, 191p., 1998 (Tese D.S.).

MARODIN, G.A.D.; KRETZSCHMAR, A.A.; KOLLER, O.C.; BENDER, R.J.; BERGAMASCHI, H.; CAMELATTO, D. Index of buds abortion of pear tree cv. Packham's Triumph in producing areas of Rio Grande do Sul State and Santa Catarina State. *International Pear Symposium*, 10. Portugal: ANP/APH/ISHS. Resumos., p.23-24, 2007.

MASSERON, A. (Coord.). **Les porte-greffe pommier, poirier et nashi**. Paris: Ctifl, 287p., 1989.

MASSERON, A.; THIBAUT, B.; DECOENE, C.; HILAIRE, C.; DALLE, E.; **El nashi**. Madri: Ediciones Mundi-Prensa, 132p., 1992.

MASSERON, A.; TRILLOT, M. (Coord.) **Le poirier**. França: Ctifl, 217p., 1991.

MASSIGNAM, A.M.; PANDOLFO, C. **Estimativas das médias das temperaturas máximas, médias e mínimas do ar decendiais e anuais do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 26p., 2006. (Epagri. Documentos, 224).

McGREGOR, S.E. **Insect pollintion of cultivated crop plants**. Washington: USDA, p.81-88., 1976a.

McPHERSON, H.G.; SNELGAR, W.P.; MANSON, P.J.; SNOWBALL, A.M. Bud respiration and dormancy of Kiwifruit (*Actinia deliciosa*). **Annals of Botany**, n.80, p.411-418, 1997.

MEDAN, D. Reproductive phenology, pollination biology, and gynoecium development in *Discaria Americana* (Rhamnaceae). **New Zealand Journal of Botany**, v.29, p.31-42, 1991.

MOLION, L.C.B. Aquecimento global: natural ou antropogênico? In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 15. Aracajú, 2 a 5 de julho de 2007, 10p., 2007.(CD-Room).

MORIYA, Y.; TAKAI, Y.; OKADA, K.; ITO, D.; SHIOZAKI, Y.; NAKANISHI, T.; TAKASAKI, T. Parthenocarpy and self- and cross-incompatibility in ten european pear cultivars. **J. Japan. Soc. Hort. Sci.**, v.74, n.6, p.424-430, 2005.

MÔRO, F.V.; FIGUEIREDO, L. A.S.; MURAKAMI, D.M.; FERREIRA, J.M.; MÔRO, J.R. Variabilidade genética para crescimento do tubo polínico em milho. In: **Anais da 1ª Jornada sobre Temas de genética e Melhoramento Vegetal**. Jaboticabal: UNESP/FUNEP. Resumos... p.125, 1990.

MUSACCHI, S. Princípios para a implantação e gestão de modernos pomares de pereira. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 10., 2007, Fraiburgo, SC. Anais... Caçador: Epagri, vol.1 (Palestras), p.145-159, 2007.

NAKASU, B.H.; HERTER, F.G.; LEITE, D.L.; RASEIRA, M.C.B. Pear flower bud abortion in southern Brazil. **Acta Horticulturae**, n.395, p.185-192, 1995.

NIESENBAUM, R.A. The effects of pollen load size and donor diversity on pollen performance, selective abortion, and progeny vigor in *Mirabilis jalapa* (Nyctaginaceae). **American Journal of Botany**, v.86, n.2, p.261-268, 1999.

NISHIMOTO, N.; FUJISAKI, M. Chilling requirement of buds of some deciduous fruits grown in southern Japan and the means to break dormancy. **Acta Horticulturae**, n.395, p.153-160, 1995.

NISHIMOTO, N.K.; KISAKI, K.; FUJISAKI, M. Estimation of chilling requirement of using a grafting method in Japanese pear. **Japan Horticultural As.**, v.64, n.2, p.140-141, 1995.

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

NUNES, J.C.de O.; DANTAS, A.C. de M.; PEDROTTI, E.L.; ORTH, A.I.; GUERRA, M.P. Germinação de pólen in vitro e receptividade do estigma em macieira cvs. Fuji e Golden delicious. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.23, n.1, p.35-39, 2001.

NYÉKI, J. Fertilization conditions. In: NYÉKI, J.; SOLTÉSZ, M (Eds.) **Floral biology of temperate zone fruit trees and small fruits**. Budapest: Akadémiai Kiadó, p.185-256, 1996a.

NYÉKI, J. Pollination and fertilization: means of pollination and factors affecting pollination. In: NYÉKI, J.; SOLTÉSZ, M. *Floral biology of temperate zone fruit trees and small fruits*. Budapest: Akadémiai Kiadó, p.153-156, 1996b.

NYÉKI, J.; RACSKÓ, J.; NAGY, J.; SOLTÉSZ, M.; FÁRI, M.; SZABÓ, Z. Biologia floral e fertilização das espécies de fruta de zona temperada. In: **Encontro Nacional sobre Fruticultura de Clima Temperado, 9**. Vol. 1 (Palestras). Caçador: Epagri. **Anais...**, p.271-295, 2006.

NYÉKI, J.; SOLTÉSZ, M. (Eds.) **Floral biology of temperate zone fruit trees and small fruits**. Budapest: Akadémiai Kiadó, p.153- 184, 1996.

NYÉKI, J.; SOLTÉSZ, M. Fruit set of pear varieties by open pollination at sites of different ecological conditions. **Acta Horticulturae**, n.475, p.355-365, 1998a.

NYÉKI, J.; SOLTÉSZ, M. Pear (*Pyrus communis* L.). In: KOZMA, P.; NYÉKI, J.; SOLTÉSZ, M.; SZABÓ, Z. **Floral biology, pollination and fertilization in temperate zone fruit species and grape**. Budapest: Akadémiai Kiadó, p.317-331, 2003.

NYÉKI, J.; SOLTÉSZ, M. The variation of seed content of fruit in pear varieties also as function of different conditions of fertilization, as open pollination, natural autogamy and allogamy. **Acta Horticulturae**, n.475, p.237-250, 1998b.

NYÉKI, J.; GONDORNÉ PINTER, M.; SZABÓ, Z. Recent data on fertilization of pear varieties. **Acta Horticulturae**, n.367, p.87-96, 1993.

NYÉKI, J.; SOLTÉSZ, M.; IVANCSICS, J. Natural tendency to parthenocarpy of pear varieties in Hungary. **Acta Horticulturae**, n.475, p.367-377, 1998.

OKUBO, H. Growth cycle and dormancy in plants. Cap. 1. In: VIÉMONT, J.D.; CRABBÉ, J. (Eds.) *Dormancy in plants, from whole plant behaviour to cellular control*. Wallingford: CABI Publishing, p.1-22, 2000.

OLIVEIRA, P.R.D.de; RITSCHER, P.S.; LEITE, G.B.; DEGENHARDT, J.; RUFATO, A.de R. Desenvolvimento de cultivares para a viabilização da cultura da pereira no Brasil. In: REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DA PEREIRA, 2. Lages: UDESC/CAV, p.38-44, 2008.

ORTH, A.I. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Rod. Admar Gonsaga 1345, bairro Itacorubi, 88040-900, Florianópolis, SC.

ORTH, A.I. *Estudo ecológico de abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) em Caçador, SC, com ênfase em polinizadores potenciais da macieira (Pyrus malus L.) (Rosaceae)*. Curitiba: UFPR, 135p., 1983. (Tese M.Sc.).

ORTH, A.I.; FAORO, I.D.; LENZI, M. Manejo de abelhas e a polinização de espécies frutíferas de clima temperado. In: SEMINÁRIO ESTADUAL DE APICULTURA (10: 2005: Cambará do Sul, RS). Anais do X Seminário Estadual de Apicultura e IV Encontro Estadual de Meliponicultores, Cambará do Sul, RS, 11 a 13 de agosto de 2005. Porto Alegre: FARGS; Cambará do Sul: Associação Cambaranense de Apicultores, p.52-59, 2005.

OZIAS-AKINS, P.; DIJK, J.V. Mendelian genetics of apomixis in plants. **Annual Review of Genetics**, v.41, p.509-537, 2007.

PACINI, E.; FRANCHI, G.G.; LISCI, M.; NEPI, M. Pollen viability related to type of pollination in six angiosperm species. **Annals of Botany**, n.80, p.83-87, 1997.

PALMER, J.W.; PRIVÉ, J.P.; TUSTIN, D.S. Temperature. In: FERRE, D.S.; WARRINGTON, I.J. (Eds.) **Apples, botany, production and uses**. Oxon: CABI, p.217-236, 2003.

PANCALDI, M. Aspetti della genética dell'incompatibilità gametofítica nella sterilità delle piante da frutto. **Rivista di Frutticoltura**, v.LVII, n.5, p.75-79, 1995.

PASQUAL, M. **Pereira, nova alternativa para a região serrana de Santa Catarina**. Florianópolis: EMPASC, 3p., 1978 (EMPASC. Comunicado Técnico, 16).

PERAZZOLO, G. Problemática da cultura da pereira no Rio Grande do Sul. In: REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DA PEREIRA, 2. Lages: UDESC/CAV, p.28-32, 2008.

PERUQUETI, R.C. A origem das abelhas. In: APIÁRIO CENTRAL. Viçosa: UFV [<http://www.ufv.br/dbg/bee/geral.htm>, em 11/06/2007].

PETRI, J.L. informação pessoal, 2008: Epagri, Estação Experimental de Caçador, rua Abílio Franco 1500, bairro Bom Sucesso, caçador, SC, 89500-000.

PETRI, J.L. Conseqüências da falta de frio em macieira (*Malus domestica*). In: **International workshop: temperate fruit trees adaptation in subtropical areas**. Pelotas: EMBRAPA/EPAGRI, 2 a 3/dez/2002a. (CD-Room).

PETRI, J.L. Formação de flores, polinização e fertilização. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis: Epagri. p.229-260, 2002b.

PETRI, J.L.; LEITE, G.B. Consequences of insufficient winter chilling on apple tree bud-break. **Acta Horticulturae**, n.662, p.53-60, 2004.

PETRI, J.L.; HOFFMANN, A.; BERNARDI, J.; PEREIRA, A.J.; LEITE, G.B. Fundamentos e práticas de manejo da planta e do solo na produção integrada de maçã. In: SANHUEZA, R.M.V.; PROTAS, J.F.da S.; FREIRE, J.de M. (Eds.) **Manejo da macieira no sistema de produção integrada de frutas**, Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, p.73-80, 2006.

PETRI, J.L.; LEITE, G.B.; FAORO, I.D. Tratos culturais. In: EPAGRI. **Nashi, a pêra japonesa**. Florianópolis: Epagri/Jica, p.195-210, 2001b.

PETRI, J.L.; LEITE, G.B.; YASUNOBU, Y. Incidência e fatores do abortamento de gemas em pereira japonesa. **Agropecuária Catarinense**, v.14, n.2; p.14-18, 2001a.

PETRI, J.L.; SOUZA, A.; LEITE, G.B. Análise de gemas de macieira como subsídio para orientação de poda. **Agropecuária Catarinense**, v.19, n.3, p.53-56, 2006.

POLA, A.C. **Avaliação de métodos de estimativa de horas de frio para o Estado de Santa Catarina**. Piracicaba: ESALQ, 57p., 1987. (Dissertação de Mestrado).

QUEZADA, A.C.; NAKASU, B.H. Classificação botânica, origem e evolução. In: QUEZADA, A.C.; NAKASU, B.H.; HERTER, F.G. (Eds.) **Pêra produção**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p.20-22, 2003.

RACSKÓ, J.; NEGY, J.; SOLTÉSZ, M.; NYÉKI, J.; SZABÓ, Z. Fruit drop: I. specific characteristics and varietal properties of fruit drop. **International Journal of Horticultural Science**, v.12, n.2, p.59-67, 2006.

RADICE, S.; ONTIVERO, M.; ANDORNO, A.; DESSY, S. Floral morphology and pollen viability of the 'Forasteiro' cultivar [*Prunus persica* (L.) Batsch], as modified by the rootstock. **Acta Horticulturae**, n.658, p.81-85, 2004.

RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.dos; PINTO, C.A.B.P. **Genética na agropecuária**. Lavras: Editora UFLA, 472p., 2004.

RASEIRA, A.; PETRI, J.L. Instalação do pomar e práticas culturais. In: CENTELAS-QUEZADA, A.; NAKASU, B.H.; HERTER, F.G. (Eds.) **Pêra produção**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p.46-51, 2003.

RECASENS,I. Fisiologia del crecimiento.Manzanas y peras. **Revista de Fruticultura**, V.5,n.5, p.230-240,1990.

RICHARDS, A.J. Does low biodiversity resulting from modern agricultural practice affect crop pollination and yield? **Annals of Botany**, v.88, p.165-172, 2001.

RODRÍGUEZ, R.O.; CASTRO, H.R. Quince selections behavior as pear rootstocks for Abate fetel and Conference pears cultivars in Rio Negro, Argentina. **Acta Horticulturae**, n. 475, p.183-187, 1998.

ROHRER, J.R.; ROBERTSON, K.R.; PHIPPS, J.B. Floral morphology of Maloideae (Rosaceae) and its systematic relevance. **American Journal of Botany**, v.81, n.5, p.574-581, 1994.

RUFATO, L.; KRETZSCHMAR, L.C.; SILVA, L.C.; CONGIU, J.L.; MARCON FILHO, J.L.; BRIGHENTI, A.F.; PERAZZOLO, G.; IUCHI, T. Thinning effect of flowering buds at the effective fruitfulness of the pear cv. Abate fetel at the region of vacaria city, Rio Grande do Sul State. . **International Pear Symposium**, 10. Portugal: ANP/APH/ISHS. Resumos. p.24-25, 2007.

SANTOS, K.L. dos; LENZI, M.; CAPRESTANO, C.A.; DANTAS, A.C. de M.; DUCROQUET, J.P.H.J.; NODARI, R.O.; ORTH, A.I.; GUERRA, M.P. Evidência da atuação do sistema de auto-

incompatibilidade tardia em *Acca sellowiana* (berg) Burret. (Myrtaceae). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.29, n.1, p.120-123, 2007.

SANZOL, J.; RALLO, P.; HERRERO, M. Stigmatic receptivity limits the effective pollination period in 'Agua de Aranjuez' pear. v.128, n.4, p.458-462, 2003.

SATO, Y. Breeding of self-compatible Japanese pear. In: HAYASHI, T.; OMURA, M.; SCOTT, N.S. (Eds.) **Techniques on gene diagnosis and breeding in fruit tree**. Fruit Tree Research Station, Japan, p.241-247, 1993.

SCHARAMM, C.C. **Compatibilidade e incompatibilidade gametofítica entre as principais cultivares de macieiras (*Malus domestica*, Borck), em Pelotas, RS**. Pelotas: UFPel, 1985, 58p.(Tese Mestrado).

SCHIFINO-WITTMANN, M.T.; DALL'AGNOL, M. Auto-incompatibilidade em plantas. **Ciência Rural**, v.32, n.6, p.1083-1090, 2002.

SHAFIR, L.; SHAFIR, S.; EISIKOWITCH, D. Amygdalin in almond néctar and pollen-factors and possible roles. **Plant Systematics and Evolution**, n.238, p.87-95, 2003.

SHARIFANI, M.M.; JACKSON, J.F. Influence of caging on pollination and fruit set of two pear cultivars. **Acta Horticulturae**, n.561, p.235-241, 2001.

SHEFFIELD, C.S.; SMITH, R.F.; KEVAN, P.G. Perfect syncarpy in Apple (*Malus x domestica* 'Summerland McIntosh') and its implication for pollination, seed distribution and fruit production (Rosaceae: maloideae). **Annals of Botany**, n.9, p.583-591, 2005.

SHEPHERD, G.J. Manual FitopcShell 1.6.4. versão preliminar de 30/11/2006. Campinas: Unicamp. 2006. (www.taxondata.orf/files, em 4/11/2007).

SHERMAN, W.B.; CROKER, T.E. Low chilling pears. In: VAN DER ZWER, T. & CHILDERS (Eds.) **The Pear**. Cultivar tp marketing. Horticultural Publications, p.130-137, 1982.

SILVA, A. Polinização. In: SOARES, J. (Coord.); SILVA, A.; ALEXANDRE, J. *O livro da pêra Rocha*, V.1. Cadaval: Grafilipe, p.137-166, 2001.

SILVEIRA, V.P.; GAN, M.A.; CALBETE, N.O. Estudo de tendência da temperatura mínima nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 15. Aracajú, 2 a 5 de julho de 2007, 4p., 2007 (CD-Room).

SIMONETTO, P.R.; GRELLMANN, E.O. Observações preliminares sobre algumas cultivares de pereira na Estação Experimental de Veranópolis. In: REUNIÃO TÉCNICA DE FRUTICULTURA, 3., Porto Alegre, 1994. Resumos. Porto Alegre: FEPAGRO, p.81-84, 1994.

SIQUEIRA, O.J.W. de; STEINMETZ, S.; WREGE, M.S.; HERTER, F.G.; REISSER Jr., C. Distribuição de médias e variabilidade de uma série histórica de dados climáticos diários, Pelotas-RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 15. Aracajú, 2 a 5 de julho de 2007, 5p., 2007 (CD-Room).

SOARES, J. Gestão do solo do pomar. In: SOARES, J. (Coord.); SILVA, A.; ALEXANDRE, J. **O livro da pêra Rocha**, v.1. Cadaval: Grafilipe, 2001, p.117-133.

SOARES, J.; SILVA, A.; MARQUES, J. **O livro da pêra Rocha**. V.2. Cadaval: Grafilipe, p.79-125, 2003.

SOBIERAJSKI, G. da R.; BARBOSA, W.; BETTION NETO, J.E.; CHAGAS, E.A.; CAMPO-DALL'ORTO, F.A. Caracterização dos estádios fenológicos em sete cultivares e seleções de noqueira-macadâmia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.29, n.3, p.690-694, 2007.

SOLTÉSZ, M. Apple [*Malus sylvestris* (L.) Mill.] In: KOZMA, P.; NYÉKI,J.; SOLTÉSZ, M; SZABÓ, Z. *Floral biology, pollination in temperate zone fruit species and greape*. Budapest: Akadémiai Kiadó, p.237-316, 2003b.

SOLTÉSZ, M. Association of varieties in fruit plantation. In: KOZMA, P.; NYÉKI,J.; SOLTÉSZ, M; SZABÓ, Z. *Floral biology, pollination in temperate zone fruit species and greape*. Budapest: Akadémiai Kiadó, p.227-236, 2003a.

SOLTÉSZ, M. Flowering. In: NYÉKI,J.; SOLTÉSZ, M. **Floral biology of temperate zone fruit trees and small fruits**. Budapest: Akadémiai Kiadó, p.80-131, 1996.

SOLTÉSZ, M. Requirement for successful fruit set in orchards. In: NYÉKI, J.; SOLTÉSZ, M. (Eds.) **Floral biology of temperate zone fruit trees and small fruits**. Budapest: Akadémiai Kiadó, p.257-286, 1996.

SOLTÉSZ, M.; NYÉKI, J. The selection and the arrangement of pollinizer cultivars in pear plantings. **Acta Horticulturae**, n.475, p.431, 1998.

SOUZA, B.; CARVALHO, C.F. Aspectos morfológicos do adulto de *Astylus variedatus* (Germar, 1824) (Coleoptera, Melyridae). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, n.5, p.689-694, 1994.

SOUZA, C.M.de; RASEIRA, M.do C.B. Germinação *in vitro* de pólen de pereira. **Agro. Clima Temperado**, Pelotas, n.2, p.219-223, 1998.

STEINMETZ, S.; WREGE, M.S.; HERTER, F.G.; REISSER Jr., C. Influência do aquecimento global sobre as temperaturas máximas, mínimas e médias anuais na região de Pelotas-RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 15. Aracajú, 2 a 5 de julho de 2007, 5p., 2007 (CD-Room).

STÖSSER, R.; ANVARI, S.F. Pollen tube growth and fruit set as influenced by senescence of stigma, style and ovules. **Acta Horticulturae**, n.139, p.13-22, 1983.

SUGIURA, T.; HONJO, H. The effect of temperature on endodormancy completion in Japanese pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai) and modeling the relationship. **Journal Agric. Meteorol.**, n.53, p.285-290, 1997.

SUGIURA, T.; KURODA, H.; HONJO, H. Temperatures dependence of endodormancy development in flower buds of 'Kousui' Japanese pear and a model for estimating the completion of endodormancy. **Acta Horticulturae**, n. 587, p.345-351, 2002.

SUZUE, Y.; TSUKUDA, M.; HATANO, S.; KANAYAMA, Y.; YAMADA, K.; SHIRATAKE, K.; YAMAKI, S. Changes in the activity and gene expression of sorbitol and sucrose related enzymes with leaf development of 'La France' pear. **Journal of the Japan Society Horticultural Science**, v.75, n.1, p.45-50, 2006.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*, 3.ed. Porto Alegre: Artmed, p.581-611, 2004.

TAMURA, F.; TANABE, K.; ITAI, A. Variation in the chilling requirement for breaking leaf bud endodormancy in wild pear species and pears cultivars. In: **International workshop: temperate fruit trees adaptation in subtropical areas**. Pelotas: EMBRAPA/EPAGRI, 2 a 3/dez/2002, 2002 (CD-Room).

TASSINARI, P.; ZUCCHERELLI, S.; SANSAVINI, S. Self pollination and fertility in european pear (*Pyrus communis* L.) cultivars. **Acta Horticulturae**, v.2, n.663, p.677-680, 2004.

TODAFRUTA/Toda Fruta, www.todafruta.com.br, acessado em 29/04/2009.

TOMIMOTO, Y.; NAKAZAKI, T.; IKEHASHI, H.; UENO, H.; HAYASHI, R. Analysis of self-incompatibility-related ribonucleases (S-RNases) in two species of pears, *Pyrus communis* and *Pyrus ussuriensis*. **Scientia Horticulturae**, v.66, p.159-167, 1996.

TORREGROSSA, J.P.; BONNAFFE, P. 1995. Journee d'etudes: arboriculture fruitiere et pollinisation. **Le Fruit Belge**, n.458, p.185-187, 1995.

TÓTH, E.N.; SZABÓ, L.G.; BOTZ, L.; OROSZ-KOVÁCS, Z. Effect of rootstocks on floral néctar composition in apple cultivars. **Plant Systematics and Evolution**, n.238, p.43-55, 2003.

TROMP, J. Dormancy. In: TROMP, J.; WEBSTER, A.D.; WERTHEIM, S.J. **Fundamentals of temperate zone tree fruit production**. Leiden: Backhuys Publishers, p.56-73, 2005.

TROMP, J. Flower-bud formation. In: TROMP, J.; WEBSTER, A.D.; WERTHEIN, S.J. (Eds.) **Fundamentals of temperate zone tree fruit production**. Leiden: Blackhuys Publishers, p.204-214, 2005.

TROMP, J. Flower-bud formation in apple as affected by air and root temperature, air humidity, light intensity, and day length. **Acta Horticulturae**, n.149, p.39-47, 1984.

URAKI, M. The culture of Nijisseiki pear in Totori prefecture, Japan. In: VAN DER ZWEET, T.; CHILDERS, N.F. (Eds.). **The pear**. Gainsville: Horticultural Publications, p.77-82, 1982.

VAZ, A.P.A.; SANTOS, H.P.dos; ZAIDAN, L.B.P. Floração. In: Kerbauy, G.B. Ed.) **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p.365-385, 2004.

VENTURA, M.U.; PEREIRA, T.; NUNES, D.H.; ARRUDA, I.C. de Attraction os *Astylus variegatus* (Germ.) (Coleóptera: Melyridae) by volatile floral attractants. **Sci. Agric.**, v.64, n.3, p.305-307, 2007.

VERÍSSIMO, V. **Caracterização de parâmetros físicos, químicos e morfológicos de gemas florais de pereira no sul do Brasil, e sua relação com o abortamento**. Pelotas: UFPel, 2002. (Tese Mestrado).

VERÍSSIMO, V.; HERTER, F.G.; RODRIGUES, A.C.; GARDIN, J.P.; SILVA, J.B. da Caracterização de gemas florais de pereira (*Pyrus* sp.) relacionada ao abortamento floral. **Revista Brasileira de Fusicultura**, v.26, n2, p.193-197, 2004.

VIDAL, M. das G.; JONG, D. de; WIEN, H.C.; MORSE, R.A. Nectar and pollen production in pumpkin (*Cucurbita pepo* L.). **Revista Brasileira de Botânica**, v.29, n.2, p.267-273, 2006.

WÄCKERS, F.L.; ROMEIS, J.; RIJN, P.V. Nectar and pollen feeding by insect herbivores and implications for multitrophic interaction. **Annual review of Entomology**, v.52, p.301-323, 2007.

WEBSTER, A.D. The origin, distribution and genetic diversity of temperate tree fruits. In: TROMP, J.; WEBSTER, A.D.; WERTHEIN, S.J. **Fundamentals of temperate zone tree fruit production**. Leiden: Backhuys Publishers, p.1-10, 2005.

WERYSZKO-CHMIELEWSKA, E.; MASIEROWSKE, M.L.; KOMARSKA, A. Characteristics of floral nectaries and nectar in two species of *Crataegus* (Rosaceae). **Plant systematics and Evolution**, n.238, p.33-41, 2003.

WERTHEIM, S.J. Methods for cross pollination and flowering assessment and their interpretation. **Acta Horticulturae**, n. 423, p.237-241, 1996.

WESTWOOD, M.N.; STEPHEN, W.P.; CORDY, C.B. The possibility of wind pollination in pear. **J. Amer. Soc. Hort. Science**, v.103, n.4, p.28-29, 1966.

WHITE,A.G.; CRANWELL,D.; DREWITT,B.; HALE,C.; LALLU,N.; MARSH,K.; WALKER,J.
Nashi, Asiam pear in New Zealand. Publizing, Wellngton, 84p., 1990.

WILLIAMS, M.W.; CONEY, H.M.; MOFFITH, H.; COYER, D.L. **Pear production.** Washington:
Science and Educations Admistration, 53p., 1978.

WREGE, M.S.; HERTER, F.G.; STEINMETZ, S.; REISSER JR., C.; GARRASTAZU, M.C.;
CARAMORI, P.H.; MATZENAUER, R.; BRAGA, H.J. Influência do aquecimento global sobre a
fruticultura de clima temperado na região Sul do Brasil diante de alguns cenários de mudanças
climáticas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 15. Aracajú, 02 a 05 de
julho de 2007. Resumos. 2007. (CD-Rom).

WYATT, R.; BROYLES, S.B.; DERDA, G.S. Enviromental influences on nectar production in
milkweeds (*Asclepias syriaca* and *A. exaltata*). **American Journal of Botany**, v.79, n.6, p.636-642,
1992.

ZANOL, G.C.; HERTER, F.G. Diferenciação floral em gemas de pereira localizadas no município de
Pelotas, RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 6., 1997, Belém-PA.
Resumos... Belém-PA: Sociedade Brasileira de Fisiologia vegetal, p.282, 1997.

ZEEVAART, J.A. FT protein, not mRNA, is the phloem-mobile signal for flowering. Essay 25.2,
2007, 7p. (www.plantphys.net, acesso em 02/10/2008). In: Taiz, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**,
Ed. 3ª, Porto Alegre: Artmed, p.581-611, 2004.

ZHU, L.H.; BORBOOM, O.; TROMP, J. The effect of temperature on flower-bud formation in apple
including some morphological aspects. **Scientia Horticulturae**, v.70, p.1-8, 1997.

ZIMMERMANN, F.J.P. **Estatística aplicada à pesquisa agrícola.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa
Arroz e Feijão, 402p., 2004.

ZIMMERMAN, R.H.; FAUST, M.; SHREVE, A.W. Glucose metabolism of various tissues of pear
buds. **Plant Physiology**, n.46, p.839-841, 1970.

YAMADA, K.; SUZUE, Y.; HATANO, S.; TSUKUDA, M.; KANAYAMA, Y.; SHIRATAKE, K.;
YAMATI, S. Changes in the activity and gene expression of sorbitol and sucrose elated enzymes

associated with development of 'La France' pear fruit. **Journal of the Japan Soc. Horticultural Science**, v.75, n.1, p.38-44, 2006.

YASUNOBU, Y., EPAGRI/JICA (Agência de Cooperação Internacional do Japão), Estação Experimental de Caçador, 2001.

YUTAKA, S.; TOSHIHIRO, S.; NORIO, T.; TOSHIYA, Y.; TETSUYA, K.; TATEKI, H.; KAZUO, K. identification of parentage of japanese pear 'Housui'. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, v.73, n.6, p.511-518, 2004.

ANEXOS

Anexo 1 – Anos, locais e cultivares avaliados por capítulos.

Discriminação	Capítulos							
	3	4	5	6	7	8	9	10
Safras:								
2006/2007	X	X	X	X	X	X	X	X
2007/2008	X	X	X	X	X	X	X	X
Locais:								
Caçador	X	X	X	X	X	X	X	X
São Joaquim	X	X	X	X		X	X	X
Cultivares:								
Housui	X	X	X	X	X	X	X	X
Kousui	X	X	X	X		X	X	X
Nijisseiki	X	X	X	X	X		X	X
Suisei*				X	X			

(*): somente avaliada em Caçador.

CAPÍTULO 03

Tabela 3.2a – Diâmetro das gemas frescas de flor considerando três cultivares e dois tipos de ramos e de gemas, em São Joaquim, 2007 (safra 2007/2008).

Fonte Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Prob > F
Tratamentos	8	0,24211359	0,03026420	6,59	<,0001
Erro	45	0,20659900	0,00459109		
Total	53	0,44871259			

CV: 12,97%

Tabela 3.2b – Peso das gemas frescas de flor considerando três cultivares e dois tipos de ramos e de gemas, em São Joaquim, 2007 (safra 2007/2008).

Fonte Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Prob > F
Tratamentos	8	1,08135170	0,13516896	43,02	<,0001
Erro	45	0,14138883	0,00314197		
Total	53	1,22274054			

CV: 5,61%

Tabela 3.2c – Número de escamas por gema de flor considerando três cultivares e dois tipos de ramos e de gemas, em São Joaquim, 2007 (safra 2007/2008).

Fonte Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Prob > F
Tratamentos	8	146,1348148	18,2668519	6,88	<,0001
Erro	45	119,4866667	2,6552593		
Total	53	265,6214815			

CV: 15,70%

Tabela 3.2d – Peso das escamas secas de gemas de flor considerando três cultivares e dois tipos de ramos e de gemas, em São Joaquim, 2007 (safra 2007/2008).

Fonte Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Prob > F
Tratamentos	8	0.00367333	0.00045917	23.33	<.0001
Erro	45	0.00088550	0.00001968		
Total	53	0.00455883			

CV: 13,42%

Tabela 3.2e – Peso das gemas secas de flor considerando três cultivares e dois tipos de ramos e de gemas, em São Joaquim, 2007 (safra 2007/2008).

Fonte Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Prob > F
Tratamentos	8	0,00131433	0,00016429	25,23	<,0001
Erro	45	0,00029300	0,00000651		
Total	53	0,00160733			

CV: 13,51%

Anexo 3.3.a – Comprimento do pedúnculo da flor em três cultivares (Housui, Kousui e Nijisseiki), dois tipos de gemas (axilar e terminal) e dois de ramos (do ano e de um ano), em Caçador (Cd) e São Joaquim (Sj), em 2006 (safra 2006/2007).

Fonte Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Prob > F
Tratamentos	14	136,5913087	9,7565220	54,17	<,0001
Erro	210	37,8224495	0,1801069		
Total	224	174,4137582			

CV: 20,89

Anexo 3.3b – Diâmetro do receptáculo floral na região do óvulo, em três cultivares (Housui, Kousui e Nijisseiki), dois tipos de gemas (axilar e terminal) e dois de ramos (do ano e de um ano), em Caçador (Cd) e São Joaquim (Sj), em 2006 (safra 2006/2007).

Fonte Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Prob > F
Tratamentos	14	0,32377540	0,02312681	6,95	<,0001
Erro	210	0,69918453	0,00332945		
Total	224	1,02295993			

CV: 16,63%

Anexo 3.3c – Comprimento da flor quando as pétalas estão completamente expandidas, em três cultivares (Housui, Kousui e Nijisseiki), dois tipos de gemas (axilar e terminal) e dois de ramos (do ano e de um ano), em Caçador (Cd) e São Joaquim (Sj), em 2006 (safra 2006/2007).

Fonte Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Prob > F
Tratamentos	8	7,32069987	0,91508748	18,11	<,0001
Erro	126	6,36629307	0,05052614		
Total	134	13,68699293			

CV: 7,62%

Tabela 3.4a – Comprimento do pedúnculo floral de flores das cvs. Housui (H), Kousui (K) e Nijisseiki (N) em Caçador (Cd) e São Joaquim (Sj), em ramos do ano (A) e de um ano (1) e diferentes tipos de gemas (axilar-Ax e terminal-T), 2007 (safra 2007/2008).

Fonte variação > F	GL	Soma Quadrados	Quadrado médio	Valor de F	Prob
Tratamentos <,0001	13	65,6666685		5,0512822	9,99
Erro	181	91,4761900	0,5053933		
Total	194	157,1428585			

CV: 24,52

Tabela 3.4b – Diâmetro do receptáculo floral (cm) de flores das cvs. Housui (H), Kousui (K) e Nijisseiki (N) em Caçador (Cd) e São Joaquim (Sj), em ramos do ano (A) e de um ano (1) e diferentes tipos de gemas (axilar-Ax e terminal-T), 2007 (safra 2007/2008).

Fonte variação > F	GL	Soma Quadrados	Quadrado médio	Valor de F	Prob
Model <,0001	13	0,20225385	0,01555799	9,93	
Error	181	0,28362000	0,00156696		
Corrected Total	194	0,48587385			

CV: 12,18%

Tabela 3.4c – Comprimento do receptáculo floral (cm) de flores das cvs. Housui (H), Kousui (K) e Nijisseiki (N) em Caçador (Cd) e São Joaquim (Sj), em ramos do ano (A) e de um ano (1) e diferentes tipos de gemas (axilar-Ax e terminal-T), 2007 (safra 2007/2008).

Fonte variação > F	GL	Soma Quadrados	Quadrado médio	Valor de F	Prob
Tratamento <,0001	13	0,23460949		0,01804688	8,15
Erro	181	0,40075667	0,00221413		
Total	194	0,63536615			

CV: 13,98%

Tabela 3.4d – Comprimento (cm) da flor quando as pétalas se encontram totalmente expandidas das cvs. Housui (H), Kousui (K) e Nijisseiki (N) em Caçador (Cd) e São Joaquim (Sj), em ramos do ano (A) e de um ano (1) e diferentes tipos de gemas (axilar-Ax e terminal-T), 2007 (safra 2007/2008).

Fonte variação > F	GL	Soma Quadrados	Quadrado médio	Valor de F	Prob
Tratamento <,0001	13	4,13196128		0,31784318	3,85
Erro	181	14,92887667	0,08247998		
Total	194	19,06083795			

CV: 8,90%

Tabela 3.5a - Quantidade de sépalas em flores das cvs. Housui (H), Kousui (K) e Nijisseiki (N) em Caçador (Cd) e São Joaquim (Sj), em ramos do ano (A) e de um ano (1) e em diferentes tipos de gemas (axilar-Ax e terminal-T), 2006 (safra 2006/2007).

Fonte Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Prob > F
Tratamentos	14	178,7288889	12,7663492	4,49	<,0001
Erro	210	597,0666667	2,8431746		
Total	224	775,7955556			

CV: 31,91%

Tabela 3.5b – Comprimento das sépalas de flores das cvs. Housui (H), Kousui (K) e Nijisseiki (N) em Caçador (Cd) e São Joaquim (Sj), em ramos do ano (A) e de um ano (1) e em diferentes tipos de gemas (axilar-Ax e terminal-T), 2006 (safra 2006/2007).

Fonte Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Prob > F
Tratamentos	14	24,28731689	1,73480835	218,01	<,0001
Erro	210	1,67110333	0,00795763		
Total	224	25,95842022			

CV: 11,11%

Tabela 3.5c – Largura das sépalas de flores das cvs. Housui (H), Kousui (K) e Nijisseiki (N) em Caçador (Cd) e São Joaquim (Sj), em ramos do ano (A) e de um ano (1) e em diferentes tipos de gemas (axilar-Ax e terminal-T), 2006 (safra 2006/2007).

Fonte Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Prob > F
Tratamentos	14	0,42991145	0,03070796	7,23	<,0001
Erro	210	0,89193747	0,00424732		
Total	224	1,32184892			

CV: 17,39%

Tabela 3.5d – Área (cm²) das sépalas de flores das cvs. Housui (H), Kousui (K) e Nijisseiki (N) em Caçador (Cd) e São Joaquim (Sj), em ramos do ano (A) e de um ano (1) e em diferentes tipos de gemas (axilar-Ax e terminal-T), 2006 (safra 2006/2007).

Fonte Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Prob > F
Tratamentos	14	0,70929222	0,05066373	40,88	<,0001
Erro	210	0,26022733	0,00123918		
Total	224	0,96951956			

CV: 23,89%

Tabela 3.6a – Quantidade de sépalas de flores das cvs. Housui (H), Kousui (K) e Nijisseiki (N) em Caçador (Cd) e São Joaquim (Sj), em ramos do ano (A) e de um ano (1) e em diferentes tipos de gemas (axilar-Ax e terminal-T), 2007 (safra 2007/2008).

Fonte Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Prob > F
Tratamento	13	13,84871795	1,06528600	3,51	<,0001
Erro	181	54,90000000	0,30331492		
Total	194	68,74871795			

CV: 10,67%

Tabela 3.6b – Comprimento (cm) das sépalas de flores das cvs. Housui (H), Kousui (K) e Nijisseiki (N) em Caçador (Cd) e São Joaquim (Sj), em ramos do ano (A) e de um ano (1) e em diferentes tipos de gemas (axilar-Ax e terminal-T), 2007 (safra 2007/2008).

Fonte Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Prob > F
Tratamento	13	0,27818333	0,02139872	7,08	<,0001
Erro	181	0,54669667	0,00302042		
Total	194	0,82488000			

CV: 14,24 %

Tabela 3.6c – Largura (cm) das sépalas de flores das cvs. Housui (H), Kousui (K) e Nijisseiki (N) em Caçador (Cd) e São Joaquim (Sj), em ramos do ano (A) e de um ano (1) e em diferentes tipos de gemas (axilar-Ax e terminal-T), 2007 (safra 2007/2008).

Fonte Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Prob > F
Tratamento	13	0,37047205	0,02849785	9,20	<,0001
Erro	181	0,56062333	0,00309737		
Total	194	0,93109538			

CV: 13,65%

Tabela 3.7a - Número de pétalas de flores das cvs. Housui (H), Kousui (K) e Nijisseiki (N) em diferentes tipos de gemas (axilar e terminal) e de ramos (do ano e de um ano), em Caçador (Cd) e São Joaquim (Sj), 2006 (safra 2006/2007).

Fonte Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Prob > F
Tratamentos	14	376,1600000	26,8685714	21,02	<,0001
Erro	210	268,4000000	1,2780952		
Total	224	644,5600000			

CV: 19,67%

Tabela 3.7b – Comprimento (cm) das pétalas de flores das cvs. Housui (H), Kousui (K) e Nijisseiki (N) em diferentes tipos de gemas (axilar e terminal) e de ramos (do ano e de um ano), em Caçador (Cd) e São Joaquim (Sj), 2006 (safra 2006/2007).

Fonte Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Prob > F
Tratamentos	14	2,04359782	0,14597127	12,40	<,0001
Erro	210	2,47226973	0,01177271		
Total	224	4,51586756			

CV: 9,27%

Tabela 3.7c – Largura (cm) das pétalas de flores das cvs. Housui (H), Kousui (K) e Nijisseiki (N) em diferentes tipos de gemas (axilar e terminal) e de ramos (do ano e de um ano), em Caçador (Cd) e São Joaquim (Sj), 2006 (safra 2006/2007).

Fonte Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Prob > F
Tratamentos	14	2,78395022	0,19885359	13,81	<,0001
Erro	210	3,02475800	0,01440361		
Total	224	5,80870822			

CV: 11,22%

Tabela 3.8a – Número de pétalas de flores das cvs. Housui (H), Kousui (K) e Nijisseiki (N) em Caçador (Cd) e São Joaquim (Sj), em ramos do ano (A) e de um ano (1) e diferentes tipos de gemas (axilar-Ax e terminal-T), 2007 (safra 2007/2008).

Fonte Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Prob > F
Tratamento	13	374,7461538	28,8266272	17,25	<,0001
Erro	181	302,4333333	1,6709024		
Total	194	677,1794872			

CV: 19,17%

Tabela 3.8b – Comprimento (cm) das pétalas de flores das cvs. Housui (H), Kousui (K) e Nijisseiki (N) em Caçador (Cd) e São Joaquim (Sj), em ramos do ano (A) e de um ano (1) e diferentes tipos de gemas (axilar-Ax e terminal-T), 2007 (safra 2007/2008).

Fonte Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Prob > F
Tratamento	13	0,56423949	0,04340304	3,02	0,0005
Erro	181	2,59806000	0,01435392		
Total	194	3,16229949			

CV: 8,85 %

Tabela 3.8c – Largura (cm) das pétalas de flores das cvs. Housui (H), Kousui (K) e Nijisseiki (N) em Caçador (Cd) e São Joaquim (Sj), em ramos do ano (A) e de um ano (1) e diferentes tipos de gemas (axilar-Ax e terminal-T), 2007 (safra 2007/2008).

Fonte Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Prob > F
Tratamento	13	1,44593513	0,11122578	6,60	<,0001
Erro	181	3,05145667	0,01685888		
Total	194	4,49739179			

CV: 10,53%

Tabela 3.9a – Número de pistilos (estilete+ estigma) em flores de pereira japonesa cvs. Housui (H), Kousui (K) e Nijisseiki (N) em Caçador (Cd) e São Joaquim (Sj), em ramos do ano (A) e de um ano (1) e diferentes tipos de gemas (axilar-Ax e terminal-T), 2006 (safra 2006/2007).

Fonte Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Prob > F
Tratamentos	14	50,08888889	3,57777778	24,39	<,0001
Erro	210	30,80000000	0,14666667		
Total	224	80,88888889			

CV: 7,33%

Tabela 3.9b – Comprimento dos pistilos (estilete+ estigma) em flores de pereira japonesa cvs. Housui (H), Kousui (K) e Nijisseiki (N) em Caçador (Cd) e São Joaquim (Sj), em ramos do ano (A) e de um ano (1) e diferentes tipos de gemas (axilar-Ax e terminal-T), 2006 (safra 2006/2007).

Fonte Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Prob > F
Tratamentos	14	3.03609260	0.21686376	25.02	<,0001
Erro	210	1.82055693	0.00866932		
Total	224	4.85664953			

CV: 15,31%

Tabela 3.9c – Número de anteras de flores de pereira japonesa cvs. Housui (H), Kousui (K) e Nijisseiki (N) em Caçador (Cd) e São Joaquim (Sj), em ramos do ano (A) e de um ano (1) e diferentes tipos de gemas (axilar-Ax e terminal-T), 2006 (safra 2006/2007).

Fonte Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Prob > F
Tratamentos	14	2509,048889	179,217778	42,65	<,0001
Erro	210	882,533333	4,202540		
Total	224	3391,582222			

CV: 9,16%

Tabela 3.9d – Comprimento das anteras de flores de pereira japonesa das cvs. Housui (H), Kousui (K) e Nijisseiki (N) em Caçador (Cd) e São Joaquim (Sj), em ramos do ano (A) e de um ano (1) e diferentes tipos de gemas (axilar-Ax e terminal-T), 2006 (safra 2006/2007).

Fonte Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Prob > F
Tratamentos	14	0.73452649	0.05246618	8.22	<,0001
Erro	210	1.34069173	0.00638425		
Total	224	2.07521822			

CV: 16,21%

Tabela 3.10a – Número de pistilos (estilete + estigma) de flores das cvs. Housui (H), Kousui (K) e Nijisseiki (N) em Caçador (Cd) e São Joaquim (Sj), em ramos do ano (A) e de um ano (1) e diferentes tipos de gemas (axilar-Ax e terminal-T), 2007 (safra 2007/2008).

Fonte Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Prob > F
Tratamentos	13	85,9000000	6,6076923	12,13	<,0001
Erro	181	98,6333333	0,5449355		
Total	194	184,5333333			

CV: 13,34%

Tabela 3.10b – Comprimento (cm) dos pistilos (estilete + estigma) de flores das cvs. Housui (H), Kousui (K) e Nijisseiki (N) em Caçador (Cd) e São Joaquim (Sj), em ramos do ano (A) e de um ano (1) e diferentes tipos de gemas (axilar-Ax e terminal-T), 2007 (safra 2007/2008).

Fonte Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Prob > F
Tratamentos	13	1,62812051	0,12524004	22,78	<,0001
Erro	181	0,99524667	0,00549860		
Total	194	2,62336718			

CV: 9,55 %

Tabela 3.10c – Número de anteras de flores das cvs. Housui (H), Kousui (K) e Nijisseiki (N) em Caçador (Cd) e São Joaquim (Sj), em ramos do ano (A) e de um ano (1) e diferentes tipos de gemas (axilar-Ax e terminal-T), 2007 (safra 2007/2008).

Fonte Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Prob > F
Tratamentos	13	2191,248718	168,557594	23,17	<,0001
Erro	181	1316,566667	7,273849		
Total	194	3507,815385			

CV: 10,15%

Tabela 3.10d – Comprimento das anteras de flores das cvs. Housui (H), Kousui (K) e Nijisseiki (N) em Caçador (Cd) e São Joaquim (Sj), em ramos do ano (A) e de um ano (1) e diferentes tipos de gemas (axilar-Ax e terminal-T), 2007 (safra 2007/2008).

Fonte Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Prob > F
Tratamentos	13	0,74534282	0,05733406	14,01	<,0001
Erro	181	0,74078333	0,00409273		
Total	194	1,48612615			

CV: 11,45%

CAPÍTULO 5

Anexo 5.1a – Número de grãos de pólen/*antera* de flor de gemas terminais e axilares da cv. Housui em Caçador (flores), em diferentes fases florais da flor (3F1~3F6), em 2006 (safra 2006/2007).

Fonte Variação	GL	Soma Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	Pr > F
Tratamentos	11	133451620,4	12131965,5	2,27	
0,0283					
Tipo gema	1	2089120,37	2089120,37	0,39	
0,5356 ns					
Fases 3Fx	5	72404166,67	14480833,33	2,70	
0,0331 *					
Erro	42	224918750,0	5355208,3		
Total	53	358370370,4			

CV(%): 42,15

Anexo 5.1b – Número de grãos de pólen/*flor* de gemas terminais e axilares da cv. Housui em Caçador (flores), em diferentes fases florais da flor (3F1 ~3F6), em 2006 (safra 2006/2007).

Fonte variação	GL	Soma Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	Pr >
F					
Tipo de gema (G)	1	2645319502	2645319502	0,90	
0,3475 ns					
Fase 3Fx (F)	5	39770712792	7954142558	2,71	
0,0326 *					
G x F	5	26223941310	5244788262	1,79	
0,1359 ns					
Error	42	123105209187	2931076409,2		
Total	53	198397652315			

CV(%): 42,47

Anexo 5.2a – Número de grãos de pólen/*antera* das flores das cv. Housui e Kousui em Caçador em diferentes fases fenológicas da flor (3F1~3F6), em 2006 (safra 2006/2007).

Fonte variação	GL	Soma Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	Pr >
> F					
Cultivar (Cv)	1	59512500,0	59512500,0	10,83	
0,0019 **					
Fases 3Fx (F)	5	109163679,2	21832735,8	3,97	
0,0043 **					
Cv x F	5	35405188,7	7081037,7	1,29	
0,2846 ns					
Erro	47	258187500,0	5493351,1		
Total	58	460792372,9			

CV(%): 49,97

Anexo 5.2b – Número de grãos de pólen/*flor* das flores das cv. Housui e Kousui em Caçador em diferentes fases fenológicas da flor (3F1~3F6), em 2006 (safra 2006/2007).

Fonte variação	GL	Soma Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	Pr > F
Cultivar (Cv)	1	37895352452	37895352452	12,70	0,0009
**					
Fases 3Fx (F)	5	59479278769	11895855754	3,99	0,0043
**					
Cv x F	5	19965380203	3993076041	1,34	0,2648 ns
Erro	47	140248263375	2984005603,7		
Total	58	256768819322			

CV(%): 50,08

Tabela 5.3a – Número médio de grãos de pólen/*antera* nas diferentes fases fenológicas da flor (3F1~3F6) nas cvs. Housui e Kousui, em Caçador, 2006 (safra 2006/2007).

Fonte variação F	GL	Soma Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	Pr >
Cultivar (Cv)	1	58138637,2	58138637,2		10,58
0,0021					
Fases 3Fx (F)	5	109061047,0	21812209,4		3,97
0,0044					
Cv*F	5	35405188,7	7081037,7		1,29
0,2846					
Erro	47	258187500,0	5493351,1		
Total	58	460792372,9			

C.V.: 49.96698

Tabela 5.3b – Número médio de grãos de pólen/*flor* nas diferentes fases fenológicas da flor (3F1~3F6) nas cvs. Housui e Kousui, em Caçador, 2006 (safra 2006/2007).

Fonte variação > F	GL	Soma Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	Pr
Cultivar (Cv)	1	37121208388	37121208388		12,44
0,0010					
Fases 3Fx (F)	5	59433967356	11886793471		3,98
0,0043					
Cv*F	5	19965380203	3993076041		1,34
0,2648					
Erro	47	140248263375	2984005603,7		
Total	58	256768819322			

C.V.: 50.08274

Anexos 5.4a e 5.5a – Número de grãos de pólen/*antera* das flores das cv. Housui e Nijisseiki em Caçador e São Joaquim, em diferentes fases fenológicas da flor (3F1~3F8), em 2007 (safra 2007/2008).

Fonte variação	GL	Soma Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	Pr > F
Local (L)	1	6684570,3	6684570,3	2,71	
0.1024 ns					
Cultivar (Cv)	1	170990646,7	170990646,7	69,31	<,0001
**					
L x Cv	1	31197938,4	31197938,4	12,65	0,0005
**					
Fase 3Fx (3Fx)	7	381391999,3	54484571,3	22,08	<,0001
**					
L x 3Fx	7	69843048,4	9977578,3	4,04	0,0005
**					
Cv x 3Fx	7	55728628,1	7961232,6	3,23	0,0036
**					
L x Cv x 3Fx	7	41882539,9	5983220,0	2,43	0,0234
*					
Erro	118	291121875	2467135		
Total	149	1128360000			

CV(%): 39,17. Ocorreu interação significativa local x cultivar x tipo de gema/fase e os tipos de gemas/fases foram comparados em cada cv e local.

Anexos 5.4b e 5.5b. – Número de grãos de pólen/*flor* das flores das cv. Housui e Nijisseiki em Caçador e São Joaquim, em diferentes fases fenológicas da flor (3F1~3F8), em 2007 (safra 2007/2008).

Fonte variação	GL	Soma Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	Pr > F
Local (L)	1	14554837,5	14554837,5	0,01	0,9214
ns					
Cultivar (Cv)	1	73997517062	73997517062	49,68	<,0001
**					
L x Cv	1	23402000043	23402000043	15,71	0,0001**
0,0001**					
Fase 3Fx (3Fx)	7	225710342896	32244334699	21,65	<,0001**
<,0001**					
L x 3Fx	7	41552427993	5936061141,9	3,98	0,0006**
0,0006**					
Cv x 3Fx	7	24707371256	3529624465,2	2,37	0,0266*
0,0266*					
L x Cv x 3Fx	7	22187896965	3169699566,4	2,13	0,0458*
0,0458*					
Erro	118	175774300719	1489612718		
Total	149	587346411771			

CV(%): 39,88. Não ocorreu interação significativa entre local x cultivar x tipo de gema/fase e por isso os tipos de gemas/fases foram comparados em cada cv e local.

Anexo 5.6a e 5.7a – Número de grãos de pólen/*antera* das flores das cvs. Housui, Kousui e Nijisseiki em Caçador, em diferentes fases fenológicas da flor (3F1~3F8), em 2007 (safra 2007/2008).

Fonte variação	GL	Soma Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	Pr > F
Cultivar (Cv)	2	28058897,2	14029448,6	4,33	0,0159
Fase 3Fx (3Fx)	7	284046561,3	40578080,2	12,53	<,0001
** Cv x 3Fx	14	49902843,9	3564488,8	1,10	0,3680
ns Erro	91	294675000,0	3238186,8		
Total	114	668215217,4			

CV(%): 48,21. Não ocorreu interação significativa entre cv e tipos de gema/fase, nas duas variáveis, e por isso as cv e tipos de gema/fases foram comparadas de forma independente.

Anexo 5.6b e 5.7b – Número de grãos de pólen/*flor* das cvs. Housui, Kousui e Nijisseiki em Caçador, em diferentes fases fenológicas da flor (3F1~3F8), em 2007 (safra 2007/2008).

Fonte variação	GL	Soma Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	Pr > F
Cultivar (Cv)	2	23453082469	11726541235	4,48	0,0139 *
Fase 3Fx (3Fx)	7	212981565850	30425937979	11,64	<,0001 **
Cv x 3Fx	14	35884595545	2563185396,1	0,98	0,4797 ns
Erro	91	237951773750	2614854656,6		
Total	114	517540015304			

CV(%): 49,76. Não ocorreu interação significativa entre cv e tipos de gema/fase, nas duas variáveis, e por isso as cv e tipos de gema/fases foram comparadas de forma independente.

Anexo 5.8a – Germinação (% transformada em raiz de x) de grãos de pólen em diferentes fases fenológicas da flor (3F2 a 3F6) da pereira japonesa cv. Housui, incubados em meio de cultura durante *duas horas*, em Caçador, SC, 2006 (safra 2006/2007).

Fonte Variação	G.L.	Soma Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	Pr > F
Trat (3F2~3F6)	4	56,71539099	14,17884775		13,51
<0,0001 ** Erro	25	26,23982750	1,04959310		
Total	29	82,95521849			

C.V.= 24,12%

Anexo 5.8b – Análise de variância da **percentagem** de germinação (transformada em raiz de x) dos grãos de pólen em diferentes fases fenológicas da flor (3F2 a 3F6) da pereira japonesa cv. Housui, incubados em meio de cultura durante *quatro horas*, em Caçador, SC, 2006 (safra 2006/2007).

Fonte Variação	G.L.	Soma Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	Pr > F
Tratamentos	4	53,30453335	13,32613334		10,05
<0.0001 **					
Erro	25	33,14512583	1,32580503		
Total	29	86,44965918			

C.V= 24,29%

Anexo 5.8c - Percentagem de germinação (transformada em raiz de x) dos grãos de pólen em diferentes fases fenológicas da flor (3F2 a 3F6) da pereira japonesa cv Housui, incubados em meio de cultura durante *24 horas*, em Caçador, SC, 2006 (safra 2006/2007).

Fonte Variação	G.L.	Soma Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	Pr > F
Tratamentos(3F2~3F6)	4	51,46494316	12,86623579		10,10
0,0001**					
Erro	22	28,03905305	1,27450241		
Total	26	79,50399621			

C.V. = 20,87%

Anexo 5.9a – Percentagem de germinação dos grãos de pólen [dados forma transformados raiz(x/100)] de cinco fases fenológicas da flor (3F2 a 3F7) da cv. Housui e incubados em meio de cultura durante *duas horas*, em Caçador, SC, 2007 (safra 2007/2008).

Fonte Variação	G.L.	Soma Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	Pr > F
Tratamentos(3F2 ~3F7)	5	1,05247934	0,21049587		61,73
<,0001					
Erro	30	0,10229575	0,00340986		
Total	35	1,15477509			

CV= 13,62%

Anexo 5.9b– Percentagem de germinação dos grãos de pólen [dados forma transformados raiz(x/100)] de cinco fases fenológicas da flor (3F2 a 3F7) da cv. Housui e incubados em meio de cultura durante *quatro horas*, em Caçador, SC, 2007 (safra 2007/2008).

Fonte Variação Pr > F	G.L.	Soma Quadrados	Quadrado Médio	Valor F
Tratamentos(3F2 ~3F7) <,0001	5	1,34901089	0,26980218	121,43
Erro	30	0,06665634	0,00222188	
Total	35	1,41566724		

CV= 10,20%.

Anexo 5.9c– Percentagem de germinação dos grãos de pólen [dados forma transformados raiz(x/100)] de cinco fases fenológicas da flor (3F2 a 3F7) da cv. Housui e incubados em meio de cultura durante *24 horas*, em Caçador, SC, 2007 (safra 2007/2008).

Fonte Variação Pr > F	G.L.	Soma Quadrados	Quadrado Médio	Valor F
Tratamentos(3F2 ~3F7) <,0001	5	1,50756306	0,30151261	128,79
Erro	30	0,07023443	0,00234115	
Total	35	1,57779749		

CV= 9,98%

Anexo 5.9d– Percentagem de germinação dos grãos de pólen [dados forma transformados raiz(x/100)] de cinco fases fenológicas da flor (3F2 a 3F6) da cv. Nijisseiki e incubados em meio de cultura durante *duas horas*, em Caçador, SC, 2007 (safra 2007/2008).

Fonte Variação Pr > F	G.L.	Soma Quadrados	Quadrado Médio	Valor F
Tratamentos(3F2 ~3F6) <,0001	4	0,71795511	0,17948878	12,20
Erro	25	0,36766380	0,01470655	
Total	29	1,08561891		

CV= 21,52%

Anexo 5.9e- Percentagem de germinação dos grãos de pólen [dados forma transformados $\text{raiz}(x/100)$] de cinco fases fenológicas da flor (3F2 a 3F6) da cv. Nijisseiki e incubados em meio de cultura durante *quatro horas*, em Caçador, SC, 2007 (safra 2007/2008).

Fonte Variação	G.L.	Soma Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	Pr > F
Tratamentos(3F2 ~3F6)	5	2,04044879	0,40808976	20,39	<,0001
Error	29	0,58032984	0,02001137		
Corrected Total	34	2,62077863			

CV= 23,45%

Anexo 5.10 -Diâmetro (μm) do pólen das cvs. Housui e Kousui em SJ em gemas axilares e terminais, em 2006 (safra 2006/2007).

Fonte Variação	G.L.	Soma Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	Pr > F
Cultivar (Cv)	1	93,6545042	93,6545042	8,54	0,0084
Gema (G)	1	13,9147373	13,9147373	1,27	0,2732 ns
Cv*G	1	147,4013535	147,4013535	13,45	0,0015
Erro	20	219,2549467	10,9627473		
Total	23	474,2255417			

CV%= 7,46. Devido a interação significativa cv*tipo de gema, foi comparado os tipos de gema para cada cultivar e cultivar para cada tipo de gema (letra maiúscula)

Anexo 5.11 - Diâmetro (μm) dos grãos de pólen em dois tipos de gemas da cv. Housui, em Caçador e São Joaquim, SC, 2006 (safra 2006/2007).

Fonte Variação	G.L.	Soma Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	Pr > F
Local	1	168,6226901	168,6226901	19,21	0,0003 **
Gema	1	39,2376768	39,2376768	4,47	0,0472 *
Local*Gema	1	92,2972105	92,2972105	10,52	0,0041 **
Erro	20	175,5490986	8,7774549		
Total	23	475,7066761			

CV= 6,78%, Devido a interação local* tipo de gema ser significativa, foram comparados os tipos de gema para cada local e locais para cada tipo de gema (letras minúsculas).

CAPÍTULO 8

Tabela 8.2a - Comparação do número médio de frutos por gema no estádio J, das cvs. Housui e Kousui, em Caçador, SC, 2006 (safra 2006/2007).

Tratamentos	G.L.	Soma Quad.	Quad. Médio	Valor F	Pr > F
Cultivar (cv)	1	4,55853996	4,55853996	20,85	<,0001 **
Tratamento (T)	9	4,57289185	0,50809909	2,32	0,0169 *
cv*T	9	3,06253022	0,34028114	1,56	0,1315 ns
Erro	180	39,35376669	0,21863204		
Total	199	51,54772872			

C.V. 36,93%

Tabela 8.2b - Comparação do número médio de frutos por gema na colheita, das cvs. Housui e Kousui, em Caçador, SC, 2006 (safra 2006/2007).

Tratamentos	G.L.	Soma Quad.	Quad. Médio	Valor F	Pr > F
Cultivar(cv)	1	0,84280992	0,84280992	6,51	0,0116
*					
Tratamento (T)	9	1,69190852	0,18798984	1,45	0,1695
ns					
cv*T	9	0,95577677	0,10619742	0,82	0,5987
ns					
Erro	180	23,32048446	0,12955825		
Total	199	26,81097967			

C.V. 36,93%

Tabela 8.3 – Comparação do número médio de frutos por gema no estádio J, das cvs. Housui e Kousui, em São Joaquim, 2006 (safra 2006/2007).

Tratamentos	G.L.	Soma Quad.	Quad. Médio	Valor F	Pr > F
Cultivar(cv)	1	0,78358892	0,78358892	8,47	0,0041
Tratamento (T)	9	6,71650845	0,74627872	8,07	
<0,001 **					
cv*T	8	3,37664310	0,42208039	4,56	
<0,001 **					
Erro	171	15,81274118	0,09247217		
Total	189	26,68955770			

C.V. 27,8%

CAPÍTULO 10

Anexo 10.2a – Peso médio do fruto de cultivares de pereira japonesa da safra 2007/2008, em Caçador e São Joaquim.

Fonte Variação	G.L.	Soma Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	Pr > F
Cultivar(cv)	2	53832,00195	26916,00097	23,26	
<,0001					
Local (L)	1	14183,17633	14183,17633		12,26
0,0018**					
cv*L	2	51930,44243	25965,22121		22,44
<,0001**					
Erro	24	27768,3117	1157,0130		
Total	29	147713,9324			

CV: 17,37 %

Anexo 10.2b – Nota da cor de maturação da película dos frutos de cultivares de pereira japonesa da safra 2007/2008, em Caçador e São Joaquim.

Fonte Variação	G.L.	Soma Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	Pr > F
Cultivar (cv)	2	8,54466667	4,27233333	25,23	
<,0001 **					
Local (L)	1	1,49633333	1,49633333		8,84
0,0066 **					
cv*L	2	1,60866667	0,80433333		4,75
0,0183 *					
Erro	24	4,06400000	0,16933333		
Total	29	15,71366667			

CV: 10,14%

Anexo 10.2e – Diâmetro dos frutos de cultivares de pereira japonesa da safra 2007/2008, em Caçador e São Joaquim.

Fonte Variação	G.L.	Soma Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	Pr > F
Cultivar (cv)	2	7,50276720	3,75138360	112,85	
<,0001 **					
Local (L)	1	1,16190720	1,16190720		34,95
<,0001 **					
cv*L	2	5,47496240	2,73748120		82,35
<,0001 **					
Erro	24	0,79781120	0,03324213		
Total	29	14,93744800			

CV: 2,62 %

Anexo 10.3a – teor de sólidos solúveis totais (SST°Brix) dos frutos de cultivares de pereira japonesa da safra 2007/2008, em Caçador e São Joaquim.

Fonte Variação F	G.L.	Soma Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	Pr >
Cultivar (cv) 0,0003 **	2	8,82466667	4,41233333	11,48	
Local (L) 0,1121 ns	1	1,04533333	1,04533333		2,72
cv*L 0,0130 *	2	4,02066667	2,01033333		5,23
Erro	24	9,22400000	0,38433333		
Total	29	23,11466667			

CV: 5,28%

Anexo 10.3b – Firmeza da polpa dos frutos de cultivares de pereira japonesa da safra 2007/2008, em Caçador e São Joaquim.

Fonte Variação F	G.L.	Soma Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	Pr >
Cultivar (cv) 0,1647 ns	2	0,55040667	0,27520333	1,95	
Local (L) 0,1031 ns	1	0,40600333	0,40600333		2,87
cv*L 0,5388 ns	2	0,17952667	0,08976333		0,63
Erro	24	3,39420000	0,14142500		
Total	29	4,53013667			

CV: 18,41%

Anexo 10.3c – Sementes por fruto de cultivares de pereira japonesa da safra 2007/2008, em Caçador e São Joaquim.

Fonte Variação F	G.L.	Soma Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	Pr >
Cultivar (cv) <,0001 **	2	674,6458333	337,3229167	44,66	
Local (L) 0,4914 ns	1	3,7121212	3,7121212		0,49
cv*L 0,0427 *	2	56,0058333	28,0029167		3,71
Erro	24	151,0666667	7,5533333		
Total	29	854,5000000			

CV: 36,64%