

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

ESTUDOS SOBRE A BIOLOGIA REPRODUTIVA E O USO DE  
FITORREGULADORES EM PEREIRAS EUROPEIAS

Biane de Castro  
Engenheira Agrônoma, Mestre em Fitotecnia/UFRGS

Tese apresentada como um dos requisitos à  
obtenção do Grau de Doutora em Fitotecnia  
Ênfase em Horticultura

Porto Alegre (RS), Brasil  
Janeiro de 2013

## CIP - Catalogação na Publicação

de Castro, Biane

Estudos sobre a biologia reprodutiva e o uso de fitorreguladores em pereiras europeias / Biane de Castro. -- 2013.

370 f.

Orientador: Gilmar Arduino Bettio Marodin.

Coorientador: Maria Teresa Schifino-Wittmann.

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

1. *Pyrus communis*. 2. Comportamento produtivo. 3. Floração. 4. Polinização. 5. Receptividade estigmática. I. Marodin, Gilmar Arduino Bettio, orient. II. Schifino-Wittmann, Maria Teresa, coorient. III. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

DEDICO

À minha família, em especial aos meus pais  
Orides Antônio de Castro (*in memoriam*) e Maria Beatriz de Castro.

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul, que ultrapassa as barreiras das paredes acadêmicas, à Faculdade de Agronomia, ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia e ao Departamento de Horticultura e Silvicultura, por fundamentarem a minha formação acadêmica e pelas amizades.

À minha família, pelo amor e suporte na interminável busca pela realização pessoal e profissional. Em especial, à minha mãe Maria Beatriz de Castro, ao meu irmão José Alfredo de Castro Neto e ao meu primo Thiago da Rosa Secco. Ao meu namorado Arnaldo Tiecker Junior, pela enorme colaboração e companheirismo, sem os quais muito do trabalho aqui apresentado não seria possível.

Aos professores Gilmar Arduino Bettio Marodin e Maria Teresa Schifino-Wittmann, pela amizade, acolhida e ensinamentos de tantos anos. Pela compreensão e ternura nos momentos mais difíceis.

Aos agricultores Ieda de Zorzi Perazzolo, Gianfranco Perazzolo, Antonio Silvino Perazzolo (*in memoriam*) e José Pasa, pelo pioneirismo, receptividade e carinho. Que o sonho da produção de peras persista e se viabilize no Brasil!

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Clima Temperado, na qualidade de unidade gestora do projeto “Desenvolvimento e Adaptação de Tecnologias para a Produção de Pera na Região Sul do Brasil” e a todos os participantes desse grupo de trabalho, em especial ao pesquisador e coordenador do projeto José Francisco Martins Pereira.

Aos professores Jorge Ernesto de Araujo Mariath, Leo Rufato, Paulo Vitor Dutra de Souza e Silvia Teresinha Sfoggia Miotto, pela parceria e pelos importantíssimos conhecimentos transmitidos.

Ao bolsista de inovação tecnológica Pedro Henrique Guardiola Ferreira e aos colegas Juca San Martin, Felipe Pereira Dias e Fabrício Silva Nunes, pelo auxílio nos experimentos.

Ao funcionário do Grupo Frota da UFRGS Israel Pasqualito Ramires, que perseverantemente nos acompanhou nas viagens.

À professora Raquel Teresinha Czamanski pela amizade, apoio e interesse, bem como à sua bolsista de iniciação científica Sâmela Pereira da Silva.

Ao pesquisador José Luiz Petri, por gentilmente fornecer o programa computacional para o cálculo do acúmulo de frio hibernal e conceder fitorreguladores para serem testados.

À Leticia Azambuja Lopes e João Antônio Leal da Silva, por colaborarem na identificação dos insetos coletados e à Vera Regina dos Santos Wolff, por arquivar a coleção de visitantes florais no acervo do Museu de Entomologia Professor Ramiro Gomes Costa (MRGC) da FEPAGRO.

Ao Instituto Nacional de Meteorologia, por fornecer os parâmetros agrometeorológicos coletados pelo 8º Distrito de Meteorologia de Caxias do Sul.

A toda a equipe do Departamento de Agricultura Familiar da Secretaria de Desenvolvimento Rural, Pesca e Cooperativismo do Governo do Estado do Rio Grande do Sul, em especial a José Ademar Batista e Lionara Leão Rodrigues pela compreensão durante o período de redação do presente trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela disponibilização das bolsas.

# ESTUDOS SOBRE A BIOLOGIA REPRODUTIVA E O USO DE FITORREGULADORES EM PEREIRAS EUROPEIAS<sup>1</sup>

Autora: Biane de Castro

Orientador: Gilmar Arduino Bettio Marodin

Co-orientadora: Maria Teresa Schifino-Wittmann

## RESUMO

A produção de peras no Brasil tem sido irrisória, fazendo desta a fruta de maior importação. As baixas fecundação e frutificação têm sido atreladas a diversos processos fisiológicos decorrentes de falta de adaptação climática, dentre os quais a alternância de diferenciação dos primórdios florais e o abortamento, e problemas de polinização, muitas vezes decorrentes da falta de coincidência de florações entre gametófitos compatíveis. O uso de fitorreguladores vem sendo testado como alternativa para minimizar esses problemas. O trabalho teve por objetivo caracterizar o comportamento produtivo de seis cultivares de pereiras europeias na região ecoclimática do Planalto Superior da Serra do Nordeste do Rio Grande do Sul, descrever a biologia reprodutiva de ‘Clapp’s Favourite’ e avaliar a influência do uso de fitorreguladores na produção desta cultivar. Os experimentos foram conduzidos de 2009/2010 a 2011/2012 em São Francisco de Paula. Foram caracterizadas gemas, inflorescências, componentes florais, eventuais anomalias, produção e viabilidade dos grãos de pólen, intensidade de floração, frutificação efetiva, fenologia e parâmetros produtivos de ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’, ‘Rocha’, ‘Santa Maria’ e ‘William’s’ no primeiro experimento. Testes de polinização, acompanhamento da receptividade estigmática e identificação de insetos visitantes foram realizados no segundo ensaio. A terceira parte do trabalho consistiu na aplicação de proexadiona de cálcio, giberelina (AG<sub>3</sub>) e citocinina combinada com giberelinas (6-BA + AG<sub>4+7</sub>), sendo acompanhadas a frutificação e produção. ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Santa Maria’ emitiram segunda floração primaveril a partir das brotações do ano, cerca de um mês após a primeira e com duração duplamente maior, sendo na última cultivar a principal fonte de grãos de pólen. Anomalias florais foram observadas em todas as cultivares, sendo mais frequentes na floração secundária e os estames petaloides a principal alteração. Os estigmas foram receptivos de “3F1” a “3F7” na primeira floração e de dois a oito dias após “3F3” na floração secundária, sendo as abelhas nativas os visitantes florais predominantes na floração primária de ‘Clapp’s Favourite’. ‘Abate Fetel’ não dispõe de polinizadora de floração coincidente e possui produção deficitária, enquanto que ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’, ‘Santa Maria’ e ‘William’s’ exibem alternância produtiva persistente. O uso dos fitorreguladores no início da queda das pétalas e um mês após não incrementaram a frutificação efetiva e a produção de ‘Clapp’s Favourite’.

---

<sup>1</sup> Tese de Doutorado em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (353p.). Janeiro, 2013.

# STUDIES ON REPRODUCTIVE BIOLOGY AND USE OF GROWTH REGULATORS IN EUROPEAN PEAR TREES<sup>1</sup>

Author: Biane de Castro

Adviser: Gilmar Arduino Bettio Marodin

Co-adviser: Maria Teresa Schifino-Wittmann

## ABSTRACT

Pear production in Brazil has been negligible and this is the reason why this is the most imported fruit in the country. Climatically, pear trees are not adapted to the national conditions and present several problems like low fertilization and fructification due to several physiological processes, mainly decrease in return bloom and flower bud abortion, and pollination problems, often resulting from the lack of coincident blooming between cultivars with compatible gametophytes. The use of growth regulators has been recently tested as an alternative to minimize these problems. The aim of this study was to characterize the productive behavior of six European pear tree cultivars in the ecoclimatic region of Planalto Superior da Serra do Nordeste, Rio Grande do Sul, to describe the reproductive biology of 'Clapp's Favourite' and to evaluate the influence of the use of growth regulators in production of this cultivar. The experiments were carried out in São Francisco de Paula, Brazil, from 2009/2010 to 2011/2012. In the first experiment, buds, inflorescences, floral components, anomalies, production and viability of pollen grains, intensity of flowering, fruit set, phenology and production parameters of 'Abate Fetel', 'Clapp's Favourite', 'Packham's Triumph', 'Rocha', 'Santa Maria' and 'William's' were characterized. Pollination tests, stigmatic receptivity monitoring and identification of insect visitors were carried out in the second test. The third experiment consisted of applying prohexadione-calcium, gibberellin (GA<sub>3</sub>) and cytokinin combined with gibberellins (6-BA + GA<sub>4+7</sub>), which was followed by monitoring of fruit set and production. 'Abate Fetel', 'Clapp's Favourite' and 'Santa Maria' emitted second spring bloom from the shoots of the year about a month after the first bloom and lasting double the time. It is also the main source of pollen grains in 'Santa Maria'. Floral abnormalities were observed in all cultivars, being more frequent in secondary bloom. Petal-shaped stamens were the main change. Stigmas were receptive from "3F1" to "3F7" in first bloom and from two to eight days after "3F3" in secondary bloom. Native bees showed to be the predominant floral visitors in first bloom. 'Abate Fetel' has no coincident flowering pollinator and it presents production deficit, whereas 'Clapp's Favourite', 'Packham's Triumph', 'Santa Maria' and 'William's' have persistent alternate bearing. The use of growth regulators at the early petals fall and one month later did not increase fruit set and yield of 'Clapp's Favourite'.

---

<sup>1</sup> Doctoral thesis in Agronomy, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (353p.). January, 2013.

## SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO .....	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	3
2.1 Biologia reprodutiva da pereira europeia .....	3
2.1.1 Florescimento .....	3
2.1.1.1 Período efetivo de polinização e frutificação .....	15
a) O mecanismo de autoincompatibilidade gametofítica .....	19
b) Os agentes polinizadores .....	23
c) A fertilização e a autorregulação da carga de frutos .....	27
2.2 Recursos genéticos .....	34
2.2.1 Centros de diversidade e evolução .....	34
2.2.2 Cultivares .....	35
2.2.2.1 ‘Abate Fetel’ .....	36
2.2.2.2 ‘Clapp’s Favourite’ .....	40
2.2.2.3 ‘Packham’s Triumph’ .....	43
2.2.2.4 ‘Rocha’ .....	47
2.2.2.5 ‘Santa Maria’ .....	50
2.2.2.6 ‘William’s’ .....	52
2.2.3 Falta de adaptação da pereira europeia .....	56
2.2.3.1 Abortamento de gemas florais .....	58
a) Morte de flores por bactérias .....	61
2.3 Uso de fitorreguladores em pereiras .....	64
2.3.1 Ensaios realizados com fitorreguladores visando o aumento da frutificação efetiva em pereiras europeias no Brasil .....	75
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	79
3.1 Caracterização da área experimental .....	79
3.1.1 Manejo fitotécnico do pomar .....	82
3.2 Experimentos .....	83
3.2.1 Experimento 1: caracterização do comportamento fenológico e produtivo de pereiras europeias .....	85
3.2.1.1 Implantação .....	85
3.2.1.2 Parâmetros avaliados .....	85
a) Caracterização das gemas, inflorescências e flores .....	85
b) Quantidade, viabilidade, tamanho e germinação dos grãos de pólen .....	89
c) Índice de abortamento de gemas florais, intensidade de floração, frutificação efetiva e frutos remanescentes na colheita .....	92
d) Fenologia .....	93

e) Variáveis produtivas .....	95
3.2.1.3 Análise estatística .....	97
3.2.2 Experimento 2: biologia reprodutiva da pereira europeia ‘Clapp’s Favourite’ .....	98
3.2.2.1 Implantação .....	98
a) Ensaio 1: auto e alo cruzamentos .....	98
b) Ensaio 2: receptividade estigmática .....	100
c) Ensaio 3: visitantes florais .....	103
3.2.2.2 Parâmetros avaliados .....	104
3.2.2.3 Análise estatística .....	106
3.2.3 Experimento 3: uso de fitorreguladores em pereira europeia ‘Clapp’s Favourite’ .....	107
3.2.3.1 Implantação .....	107
3.2.3.2 Parâmetros avaliados .....	108
3.2.3.3 Análise estatística .....	109
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>111</b>
4.1. Experimento 1: caracterização do comportamento produtivo de pereiras europeias .....	111
4.1.1 Caracterização das gemas, inflorescências e flores .....	111
4.1.1.1 Gemas .....	111
4.1.1.2 Inflorescências .....	122
4.1.1.3 Flores .....	143
4.1.2 Produção de grãos de pólen .....	167
4.1.3 Índices de abortamento das gemas florais, intensidade de floração, frutificação efetiva e frutos na colheita .....	184
4.1.4 Fenologia .....	194
4.1.5 Variáveis produtivas .....	208
4.2 Experimento 2: biologia reprodutiva em pereiras europeias Clapp’s Favourite ..	245
4.2.1 Auto e alo cruzamentos .....	245
4.2.2 Receptividade estigmática .....	255
4.2.3 Visitantes florais .....	269
4.3 Experimento 3: uso de fitorreguladores em pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’ .....	283
4.3.1 Floração e frutificação .....	283
4.3.2 Vigor vegetativo .....	292
4.3.3 Produção .....	296
<b>5 CONCLUSÕES .....</b>	<b>318</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>321</b>
<b>7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>324</b>
<b>8 APÊNDICES .....</b>	<b>344</b>

## RELAÇÃO DE TABELAS

	Página
1. Diâmetro e número médio de escamas de gemas florais de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’, ‘Santa Maria’ e ‘William’s’. São Francisco de Paula, RS. 2010/2011-2011/2012. ....	112
2. Massa fresca da gema floral e das escamas de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’, ‘Santa Maria’ e ‘William’s’. São Francisco de Paula, RS. 2010/2011-2011/2012. ....	116
3. Massa seca da gema floral e das escamas de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’, ‘Santa Maria’ e ‘William’s’. São Francisco de Paula, RS. 2010/2011-2011/2012. ....	117
4. Classificação das pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’, ‘Rocha’, ‘Santa Maria’ e ‘William’s’ de acordo com a sequência de abertura das flores na inflorescência. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012. ....	123
5. Número de flores por inflorescência, massa de inflorescência e massa média estimada da flor da primeira floração de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’, ‘Rocha’, ‘Santa Maria’ e ‘William’s’. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012. ....	126
6. Coeficiente de correlação entre o número de flores por inflorescência e a massa de inflorescência e entre o número de flores por inflorescência e a massa média estimada da flor da primeira floração de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’, ‘Rocha’, ‘Santa Maria’ e ‘William’s’. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012. ....	127
7. Número de flores por inflorescência, massa da inflorescência e massa média estimada da flor da segunda floração de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Santa Maria’. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012. ....	138
8. Coeficiente de correlação entre o número de flores por inflorescência e a massa de inflorescência e entre o número de flores por inflorescência e a massa média estimada da flor da segunda floração de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Santa Maria’. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012. ....	141

9. Quantidade e comprimento dos pistilos e das anteras de flores da primeira floração de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’, ‘Rocha’, ‘Santa Maria’ e ‘William’s’. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012. ....	144
10. Quantidade e comprimento dos pistilos e das anteras de flores da segunda floração de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Santa Maria’. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012. ....	145
11. Frequência de anomalias em número e porcentagem relativa de flores da primeira floração de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’, ‘Rocha’, ‘Santa Maria’ e ‘William’s’. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012. ....	154
12. Frequência de anomalias em número e porcentagem relativa de flores da segunda floração de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Santa Maria’. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012. ....	155
13. Porcentagem de estames petaloides na composição verticilar do androceu de flores da primeira floração de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’, ‘Rocha’, ‘Santa Maria’ e ‘William’s’. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012. ....	161
14. Porcentagem de estames petaloides na composição verticilar do androceu de flores da segunda floração de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Santa Maria’. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012. ....	161
15. Estimativa de grãos de pólen produzidos por antera e de grãos de pólen produzidos por flor, obtidos na primeira floração de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’, ‘Rocha’, ‘Santa Maria’ e ‘William’s’. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012. ....	168
16. Estimativa de grãos de pólen produzidos por antera e de grãos de pólen produzidos por flor, obtidos na segunda floração de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Santa Maria’. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012. ....	171
17. Estimativa da viabilidade de grãos de pólen e germinação dos tubos polínicos oriundos de flores produzidas na primeira floração de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’, ‘Rocha’, ‘Santa Maria’ e ‘William’s’. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012. ....	175
18. Estimativa da germinação dos tubos polínicos oriundos de flores produzidas na segunda floração de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Santa Maria’. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012. ....	178
19. Dimensões do eixo polar (P), eixo equatorial (E) e a razão P/E de grãos de pólen produzidos na primeira floração de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’, ‘Rocha’, ‘Santa Maria’ e ‘William’s’. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010. ....	182

20. Porcentagens de abortamento de gemas florais, intensidade de floração, frutificação efetiva e frutos oriundos de primeira floração remanescentes até a colheita em pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’, ‘Santa Maria’ e ‘William’s’. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012. ....	185
21. Duração parcial e total das classes fenológicas de broto de flor à frutificação oriunda de primeira floração de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’, ‘Santa Maria’ e ‘William’s’ e a soma térmica (GD) nos subperíodos fenológicos correspondentes. São Francisco de Paula, RS. 2010/2011-2011/2012. ....	195
22. Datas do início, plena e final da primeira floração, duração total e diferença de tempo pelos métodos de avaliação por porcentagem de inflorescências com uma flor aberta e estádios fenológicos da gema floral de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’, ‘Santa Maria’ e ‘William’s’. São Francisco de Paula, RS. 2010/2011-2011/2012. ....	197
23. Datas do início, plena e final da segunda floração e duração total, avaliadas por porcentagem de inflorescências com uma flor aberta, de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Santa Maria’ e o acúmulo de graus-dia (GD) durante a segunda floração e entre o início da primeira floração e o término da segunda floração. São Francisco de Paula, RS. 2010/2011-2011/2012. ....	204
24. Produção por planta e estimativa da produtividade de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’, ‘Santa Maria’ e ‘William’s’. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012. ....	209
25. Massa, diâmetro e firmeza dos frutos produzidos a partir da primeira floração de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’, ‘Rocha’, ‘Santa Maria’ e ‘William’s’. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012. ....	216
26. Quantidade e massa de sementes viáveis e inviáveis produzidas por fruto oriundo da primeira floração de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’, ‘Rocha’, ‘Santa Maria’ e ‘William’s’. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012. ....	217
27. Fecundidade e tendência à ocorrência de partenocarpia em frutos oriundos da primeira floração de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’, ‘Rocha’, ‘Santa Maria’ e ‘William’s’. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012. ....	218
28. Índices de coloração L*, a* e b* da epiderme verde dos frutos de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’, ‘Rocha’, ‘Santa Maria’ e ‘William’s’. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012. ....	232

29. Teor de sólidos solúveis, pH, acidez titulável e razão entre sólidos solúveis e acidez titulável dos frutos de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’, ‘Rocha’, ‘Santa Maria’ e ‘William’s’. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012. ....	233
30. Porcentagem de gemas de pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’ com frutos em “J” (frutos com 3 cm ou mais de diâmetro) e na colheita. São Francisco de Paula, RS. 2010/2011-2011/2012. ....	245
31. Fecundidade e tendência à ocorrência de partenocarpia em frutos de pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’. São Francisco de Paula, RS. 2010/2011-2011/2012. ....	248
32. Porcentagem de estigmas receptivos após distintos tempos decorridos da Fase Fenológica da Flor em “balão” (“3F3”) das flores oriundas de segunda floração das pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’. São Francisco de Paula, RS. 2010/2011-2011/2012. ....	256
33. Reatividade dos estigmas pelo teste com peróxido de hidrogênio nas diferentes classes e fases fenológicas da flor oriunda de primeira floração de pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’. São Francisco de Paula, RS. 2010/2011. ....	265
34. Visitantes florais registrados a partir da antese da floração primária de pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’. São Francisco de Paula, RS. 2010/2011-2011/2012. ....	270
35. Quantidade média de flores e inflorescências produzidas por ramo de pereira europeia ‘Clapp’s Favourite’, antes do uso (2009/2010) e sob influência de fitorreguladores (2010/2011-2011/2012). São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012. ....	284
36. Frutificação efetiva de pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’ aos 30 e 60 dias após a plena floração (DAPF), sob influência de fitorreguladores. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012. ....	288
37. Altura da planta e diâmetro do caule das pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’, sob influência de fitorreguladores. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012. ....	293
38. Comprimento das brotações dos ramos marcados das pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’, sob influência de fitorreguladores. São Francisco de Paula, RS. 2010/2011-2011/2012. ....	295
39. Quantidade e massa média da produção de frutos por planta e estimativa da produtividade das cultivares de pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’, sob influência de fitorreguladores. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012. ....	297
40. Massa, diâmetro e firmeza dos frutos produzidos por pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’, sob influência de fitorreguladores. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012. ....	301

41. Quantidade de sementes viáveis e inviáveis dos frutos produzidos por pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’, sob influência de fitorreguladores. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012. ....	304
42. Massa de sementes viáveis e inviáveis dos frutos produzidos por pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’, sob influência de fitorreguladores. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012. ....	305
43. Fecundidade e tendência à ocorrência de partenocarpia em frutos produzidos por pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’, sob influência de fitorreguladores. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012. ....	307
44. Índices de coloração L*, a* e b* da epiderme verde dos frutos produzidos por pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’, sob influência de fitorreguladores. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012. ....	312
45. Índices de coloração L*, a* e b* da epiderme vermelha dos frutos produzidos por pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’, sob influência de fitorreguladores. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012. ....	313
46. Teor de sólidos solúveis e pH dos frutos produzidos por pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’, sob influência de fitorreguladores. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012. ....	315
47. Acidez titulável e razão sólidos solúveis/acidez titulável dos frutos produzidos por pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’, sob influência de fitorreguladores. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012. ....	316

## RELAÇÃO DE FIGURAS

Página

1. Abertura das flores quanto à posição ocupada na raque da inflorescência da pereira: centrípeta (“cp”); centrípeta variante (“cp<sub>2</sub>”); centrífuga (“cf”) e divergente (“cf-cp<sub>2</sub>”). As inflorescências “cp” apresentam inicialmente a abertura das flores externas e basais, seguindo para as internas e apicais; no grupo “cp<sub>2</sub>”, a abertura inicia pela segunda flor mais externa e basal na inflorescência, mas também segue a ordem de fora para dentro e em direção ao ápice; as inflorescências “cf”, ao contrário, possuem como ordem inicial de abertura da flor mais interna e apical, terminando com a abertura das flores externas e basais; e as inflorescências “cf-cp<sub>2</sub>” apresentam ordem de abertura centrípeta e centrífuga na mesma cultivar e ocasionalmente a segunda e a última flor, posição ocupada em relação à base da raque da inflorescência, abrem ao mesmo tempo. Imagens obtidas de Dibuz (1998). ..... 10
2. Fases Fenológicas da Flor (“3Fx”) de pereiras japonesas: botão rosado e recém-emergido da gema (“3F1”); botão floral pouco rosado e crescido (“3F2”); botão floral em fase de “balão” (“3F3”); botão floral recém-aberto e com pétalas ainda curvadas (“3F4”); botão floral com pétalas bem estendidas e anteras vermelhas (“3F5”); botão floral com pétalas bem estendidas e três a cinco anteras pretas (“3F6”); botão floral com ou sem pétalas e com mais da metade das anteras pretas (“3F7”); botão floral com uma ou mais pétalas caídas e todas as anteras pretas (“3F8”); e botão floral sem pétalas e com todas as anteras pretas (“3F9”). Fotografias extraídas de Faoro (2009). ..... 11
3. Frutos de pereiras europeias ‘Abate Fetel’ (1), ‘Clapp’s Favourite’ (2), ‘Packham’s Triumph’ (3), ‘Rocha’ (4), ‘Santa Maria’ (5) e ‘William’s’ (6). Fotografias: Biane de Castro. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012. .... 36
4. Pomar de pereiras europeias com a distribuição das fileiras de plantas analisadas: ‘Abate Fetel’ (1), ‘Clapp’s Favourite’ (2), ‘Packham’s Triumph’ (3), ‘Santa Maria’ (4), Rocha (5) e ‘William’s’ (6). Imagem obtida de Google (2013). São Francisco de Paula, RS. 2011/2012. .... 81
5. Posição de corte para análise das inflorescências de primeira (1) e segunda (2) florações. Em detalhe, inflorescências da pereira europeia ‘Clapp’s Favourite’. Fotografias: Biane de Castro. São Francisco de Paula, RS. 2010/2011. .... 89

6. Estádios fenológicos do broto de flor, floração e frutificação de pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’. Broto de flor: aparecimento dos botões florais, com ao menos um visível (“D”); botões florais separados, rosados e fechados (“E”); botões florais com pelo menos um botão floral em fase de “balão” (“E2”). Floração: pelo menos uma flor aberta (“F”); maior parte das flores abertas (“F1”); todas as flores abertas e a última a recém esteve em antese (“F2”); todas as flores abertas e ao menos uma pétala desprendida (“G”). Frutificação: mais de 90% das flores sem as pétalas (“H”); frutificação efetiva (“I”); frutos com pelo menos 3 cm de diâmetro (“J”). Adaptado de Faoro (2009). Fotografias: Biane de Castro. São Francisco de Paula, RS. 2011/2012. ....	93
7. Ensacamentos realizados com papel Kraft (1) e voal (2) em pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’. Fotografias: Biane de Castro. São Francisco de Paula, RS. 2010/2011. ....	100
8. Classes e Fases Fenológicas da Flor (“3Fx”) de pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’. Flores fechadas: botão rosado e recém-emergido da gema (“3F1”); botão floral pouco rosado e crescido (“3F2”); botão floral em fase de “balão” (“3F3”). Flores abertas e a maioria das anteras avermelhadas: botão floral recém-aberto e com pétalas ainda curvadas (“3F4”); botão floral com pétalas bem estendidas e anteras vermelhas (“3F5”); botão floral com pétalas bem estendidas e três a cinco anteras pretas (“3F6”). Flores abertas, com ou sem pétalas e a maioria das anteras enegrecidas: botão floral com pétalas bem estendidas e com mais da metade das anteras pretas (“3F7”); botão floral com uma ou mais pétalas caídas e todas as anteras pretas (“3F8”); botão floral sem pétalas e com todas as anteras pretas (“3F9”). Adaptado de Faoro (2009). Fotografia: Biane de Castro. São Francisco de Paula, RS. 2011/2012. ....	102
9. Pulverização dos fitorreguladores nas pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’ utilizando delineamento em blocos casualizados (I a IV). Fotografia: Biane de Castro. São Francisco de Paula, RS. 2010/2011. ....	109
10. Sequência de abertura floral quanto à posição ocupada na raque da inflorescência de pereiras europeias. Centrípeta: ‘Abate Fetel’ (1), ‘Clapp’s Favourite’ (2) e ‘Packham’s Triumph’ (3). Centrípeta variante: ‘William’s’ (4). Divergente: ‘Rocha’ centrípeta variante (5.1) e centrífuga (5.2); e ‘Santa Maria’ centrípeta (6.1) e centrífuga (6.2). Fotografias: Biane de Castro. São Francisco de Paula, RS. 2011/2012. ....	124
11. Comparações entre primeira e segunda florações de pereiras europeias: quantidade de flores por inflorescência de ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Santa Maria’ em 2011/2012 (a); massa da inflorescência de ‘Clapp’s Favourite’ em 2009/2010 e 2011/2012 (b); e massa estimada da flor de ‘Clapp’s Favourite’ em 2011/2012 (c). Médias com letras distintas nas barras agrupadas diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). São Francisco de Paula, RS. 2009/2010 e 2011/2012. ....	142

12. Comparações do comprimento dos pistilos oriundos de flores de primeira e segunda florações de pereiras europeias: ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Santa Maria’ em 2009/2010 (a); ‘Clapp’s Favourite’ em 2010/2011 (b); e ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Santa Maria’ em 2011/2012 (c). Médias com letras distintas nas barras agrupadas diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012. ....	150
13. Comparações do número de anteras oriundas de flores de primeira e segunda florações de pereiras europeias: ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Santa Maria’ em 2009/2010 (a); ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Santa Maria’ em 2010/2011 (b); e ‘Clapp’s Favourite’ em 2011/2012 (c). Médias com letras distintas nas barras agrupadas diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012. ....	151
14. Comparações do comprimento das anteras oriundas de flores de primeira e segunda florações de pereiras europeias: ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Santa Maria’ em 2009/2010 (a); e ‘Clapp’s Favourite’ em 2010/2011 (b). Médias com letras distintas nas barras agrupadas diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2010/2011. ....	152
15. Anomalias florais de pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’: em detalhe, cinco estames petaloides em ordem decrescente de tamanho e um estame normal à direita (1.a); três estames petaloides no androceu (1.b); pétalas emitidas nos verticilos de sépalas, estames e pistilos, com estames e pistilos em quantidade e tamanho reduzidos (2); sépalas localizadas no verticilo das pétalas (3); sépalas situadas no verticilo dos estames (4); estames e pistilos subdesenvolvidos, sépalas ocupando os verticilos de pétalas e estames e pétalas inseridas nos verticilos de estames e pistilos (5.a); sépalas (5.b) ou pétalas e sépalas (5.c) inseridas nos verticilos de estames e pistilos; e pistilos emitidos no verticilo dos estames (6). Fotografias: Biane de Castro. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012. ....	153
16. Porcentagem de estames petaloides na composição verticilar do androceu de flores de primeira e segunda florações de pereiras europeias: ‘Abate Fetel’ em 2009/2010 (a); ‘Clapp’s Favourite’ em 2010/2011 (b); e ‘Abate Fetel’ e ‘Santa Maria’ em 2011/2012 (c). Médias com letras distintas nas barras agrupadas diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012. ....	163
17. Estimativa de grãos de pólen produzidos por antera de flores de primeira e segunda florações de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Santa Maria’ em: 2009/2010 (a); 2010/2011 (b); e 2011/2012 (c). Médias com letras distintas nas barras agrupadas diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012. ....	172

18. Estimativa de grãos de pólen produzidos por flor de primeira e segunda florações de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Santa Maria’ em: 2009/2010 (a); 2010/2011 (b); e 2011/2012 (c). Médias com letras distintas nas barras agrupadas diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012. ....	173
19. Estimativa da germinação dos tubos polínicos oriundos de flores de primeira e segunda florações de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Santa Maria’ em: 2009/2010 (a); 2010/2011 (b); e 2011/2012 (c). Médias com letras distintas nas barras agrupadas diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012. ....	179
20. Grãos de pólen produzidos por pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’ durante a primeira floração: viáveis, com formato prolado esferoidal (a) e inviável (b), em aumento de 100x; grãos de pólen com tubos polínicos germinados e sem o desenvolvimento dos tubos polínicos (c), ampliado em 20x. Escala: 10 $\mu$ m. Microfotografias: Biane de Castro. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2010/2011. ....	184
21. Parâmetros meteorológicos durante a instalação e condução do ensaio de receptividade estigmática da segunda floração em 2010/2011: temperaturas mínima, média e máxima (a); precipitação, umidade relativa do ar e velocidade do vento (b). São Francisco de Paula, RS. 2010/2011. ....	258
22. Parâmetros meteorológicos durante a instalação e condução do ensaio de receptividade estigmática da segunda floração em 2011/2012: temperaturas mínima, média e máxima (a); precipitação, umidade relativa do ar e velocidade do vento (b). São Francisco de Paula, RS. 2011/2012. ....	259
23. Estigmas não receptivo (superior) e receptivo (inferior), com o acoplamento de gametófitos masculinos, coexistindo na mesma flor aos oito dias decorridos da fase de balão floral (“3F3”). Em destaque, setas brancas indicam o acoplamento de dois grãos de pólen ao estigma receptivo. Escala: 100 $\mu$ m. Microfotografia: Biane de Castro. São Francisco de Paula, RS. 2011/2012. ....	263

## 1 INTRODUÇÃO

A produção mundial de peras (*Pyrus* spp.) foi de 22.731.087 t em 2010 e correspondeu à sétima fruta mais consumida no mundo. O principal país produtor é a China, com 67% do total, estando os demais com produção muito aquém deste. A China também é o maior exportador de peras e ocupa a quarta posição em faturamento, ficando atrás apenas da Holanda, Argentina e Bélgica (FAO, 2012).

Em 2011, o Brasil produziu apenas 20.532 t (IBGE, 2012) e em 2010 foram importadas 189.863 t de peras (FAO, 2012), o que corresponde a mais de nove vezes do que é produzido nacionalmente, significando o primeiro lugar isolado entre as frutas frescas importadas. Em relação aos demais países, o Brasil ocupa a quinta posição em importação mundial de peras, ficando atrás da Rússia, Alemanha, França e Holanda.

A área de peras colhidas no país foi da ordem de 1.750 ha, o que proporcionou o rendimento médio de apenas 11,73 t ha<sup>-1</sup> em 2011, abaixo da média mundial de 14,46 t ha<sup>-1</sup> obtida em 2010. Esses rendimentos são muito inferiores aos obtidos por outros países produtores que alcançaram mais de 40,00 t ha<sup>-1</sup>, produtividade apenas alcançada como média nacional pela Áustria, Eslovênia e Suíça (FAO, 2012). A região Sul do Brasil responde pela maior produção de peras, com participação de 95% da safra nacional. O Rio Grande do Sul foi grande responsável por essa colheita, com 47% do total brasileiro. Os demais Estados produtores compreendem Santa Catarina, Paraná, Minas Gerais e São

Paulo com participações de, respectivamente, 29%, 19%, 4% e 1% do mercado (IBGE, 2012).

A falta de adaptação climática das cultivares de pereiras europeias, especialmente pela ocorrência insatisfatória de Horas de Frio e oscilações térmicas em pleno inverno, a indefinição de porta-enxertos e o desconhecimento sobre os aspectos de manejo técnico da cultura da pereira têm sido descritos como os principais fatores relacionados com a baixa produtividade nacional. Dentre os problemas mais relevantes relatados sobre o comportamento produtivo das pereiras cultivadas em território nacional estão: a irregularidade de brotações e do florescimento, a má diferenciação dos primórdios florais, o abortamento das gemas florais, a autoincompatibilidade gametofítica, a falta de coincidência de florações entre cultivares com gametófitos compatíveis e a decorrente baixa frutificação efetiva.

As baixas fecundação e fixação de frutos também podem estar atreladas a processos fisiológicos mais complexos, envolvendo desregulações hormonais. Diversos estudos de manejo do dossel vegetativo não alcançaram resultados tão promissores quanto aos obtidos pelo uso de fitorreguladores, indicando que esta pode ser uma importante ferramenta para minimizar os problemas de florescimento e abortamento das gemas florais. Sendo assim, o presente trabalho teve por objetivos caracterizar o comportamento produtivo de seis cultivares de pereiras europeias ('Abate Fetel', 'Clapp's Favourite', 'Packham's Triumph', 'Rocha', 'Santa Maria' e 'William's') na região ecoclimática do Planalto Superior da Serra do Nordeste do Rio Grande do Sul, descrever a biologia reprodutiva de 'Clapp's Favourite' e avaliar a influência do uso de fitorreguladores na produção desta cultivar.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Biologia reprodutiva da pereira europeia**

#### **2.1.1 Florescimento**

A pereira (*Pyrus* spp.) apresenta predominantemente o hábito de crescimento acropetal, que culmina com o maior desenvolvimento do topo da copa. Inicialmente ocorre a formação de ramos basais de menor vigor e em pequena quantidade e, à medida que os ramos são emitidos nas partes mais altas da planta, vão sendo formados numerosos ramos com elevado vigor. Os ramos basais apresentam maior juvenilidade do que os apicais, sendo que esses apresentam maior enfolhamento e sombreiam o restante do dossel, ocasionando a redução da entrada de radiação solar, impedindo o crescimento dos ramos ali localizados e prejudicando a formação de gemas florais. A produção normalmente inicia no topo da planta, que ocorre com idade de até oito anos em plantas não enxertadas, ocasionando uma tardia entrada em produção (IUCHI & LUZ, 2008).

As gemas férteis das pereiras são mistas, um pouco maiores e mais arredondadas que as gemas vegetativas, acuminadas, com escamas abundantes, sem pelos ou ligeiramente pilosas (MUNIZ *et al.*, 2012a). As principais estruturas de frutificação das pereiras são denominadas de brindila, dardo, lamburda, bolsa, ramo misto e esporão. A brindila consiste em um ramo fino de 5 cm a 25 cm de comprimento, podendo apresentar uma gema floral na extremidade – denominada de coroada – proporcionando a formação

de flores mais desenvolvidas e com a capacidade de produzir frutos de grande calibre. O dardo é um ramo vegetativo de 1 cm a 8 cm, formado após um ano e, como estrutura em transição, pode ser diferenciado de acordo com o manejo adotado e se transformar em lamburda. A lamburda corresponde a um dardo de dois ou mais anos de idade, que se prolongou, atingindo de 5 cm a 10 cm de comprimento e diferenciou sua gema terminal em gema de flor. A bolsa é composta por uma estrutura especializada de frutificação com formato globoso pelo acúmulo de reservas. O ramo misto apresenta vigor médio e possui uma ou mais gemas florais na extremidade ou na base. O esporão, próprio da cultura da pereira, compreende um conjunto de bolsas, dardos e lamburdas que constituem uma formação característica, com dois anos ou mais, designada de esporão de galo (MARCON FILHO *et al.*, 2012).

A pereira europeia (*P. communis* L.) apresenta cinco grupos de hábito de frutificação, que variam de acordo com a cultivar. No primeiro grupo se enquadram as pereiras em que as florações ocorrem em ramos de um ano, brindilas, especialmente nas árvores jovens, que com o passar do tempo passam a produzir também em lamburdas, ramos de mais idade, e que correspondem a 30% do local de frutificação. As lamburdas pertencentes às cultivares do segundo grupo são formadas sobre ramos de dois ou três anos, sendo deixados, durante a prática da poda, ramos de um ano para que novas lamburdas sejam formadas no ano sucessivo. A produção das plantas do terceiro grupo ocorre em lamburdas oriundas de ramos velhos capazes de regenerar-se anualmente, conferindo alta fertilidade. Cerca de 90% da frutificação das cultivares do quarto grupo ocorre em lamburdas sobre ramos velhos, os quais podem permanecer produtivos por muito tempo. No quinto grupo de hábito de frutificação das pereiras ocorre a formação de ramos de dois anos sobre os quais surge um novo ramo na posição apical, contendo várias lamburdas e brindilas laterais (MUSACCHI, 2007).

A longa fase juvenil das espécies frutíferas tem restringido o aprofundamento das análises genômicas visando o conhecimento das suas identidades florais. Esumi *et al.* (2005) clonaram os genes homólogos *LFY* e *TFL1*, sabidamente responsáveis pela identidade do meristema floral em *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh., de seis espécies de árvores frutíferas Maloideae, dentre as quais a pereira europeia, com diferentes hábitos de florescimento e arquitetura floral. *TFL1* foi altamente conservado, porém foram observadas alterações nos homólogos *LFY*, diferenças essas que podem resultar na modificação dos hábitos de florescimento das plantas e na arquitetura floral. Estas diferenças serão analisadas e, em curto prazo, existe a possibilidade de verificar diferenças de expressão heteróloga nas plantas, como verificado em *A. thaliana* com *AFL1* e *AFL2*.

A transformação genética da pereira europeia com o gene *Citrus FLOWERING LOCUS T (CiFT)* – responsável pela floração precoce –, a transferência desse gene e a expressão do fenótipo aos seus descendentes já foram obtidos por Matsuda *et al.* (2009). Possivelmente *CiFT* também interfira na atividade dos genes envolvidos na identidade do meristema floral de pereiras, pois algumas linhagens transgênicas apresentaram número anormal de estruturas florais. Segundo os autores, as pereiras europeias com fase juvenil reduzida podem vir a ser usadas como modelo de genótipo em diversos estudos moleculares, inclusive na tentativa de elucidar os mecanismos de reprodução das frutíferas arbóreas em geral, tais como o entendimento da identidade do meristema floral e do sistema de autoincompatibilidade gametofítica.

A formação das flores em pereiras europeias começa a ocorrer no verão do ciclo anterior, com os estádios de indução do tecido meristemático e de diferenciação morfológica que levam a formação dos primórdios florais (MARAFON *et al.*, 2007). A indução floral é influenciada por diversos fatores, como genótipo, temperatura, comprimento do dia, condições fisiológicas da planta e a ação endógena e exógena de fitorreguladores (LUZ *et al.*, 2012a). De um modo geral, a indução floral nos meristemas

terminais dos ramos das pereiras europeias acontece, aproximadamente, aos 60 dias após o pleno florescimento (WESTWOOD, 1993; QUEZADA & NAKASU, 2003).

Segundo Luz *et al.* (2012a), a primeira alteração detectada após a indução de gemas florais é o incremento na síntese de DNA e RNA, em relação às gemas não induzidas. Este aspecto também tem sido demonstrado indiretamente com inibidores de DNA e RNA, que quando utilizados bloqueiam a formação das gemas florais.

A indução floral ocorre, sequencialmente, nas gemas terminais dos esporões, brindilas e ramos mais velhos, passando a ocorrer em gemas laterais destes ramos, influenciando no tamanho final e número médio de folhas por inflorescência. Comparando as distintas idades dos ramos e a posição das gemas florais, foi observado ainda que as gemas florais da porção dorsal dos ramos mais novos apresentam flores com maior número celular durante a antese e maior área e número médio de folhas por inflorescência, relacionada com uma melhor ou mais avançada diferenciação dos primórdios florais e foliares (THERON, 2011).

A diferenciação dos primórdios florais ocorre durante o verão e outono (QUEZADA & NAKASU, 2003). Pode ser percebida pelo aplainamento do meristema, em decorrência da maior atividade mitótica da periferia do seu ápice, e pela vacuolização da porção central meristemática (LUZ *et al.*, 2012a). Durante a diferenciação, o crescimento do primórdio inicia pelo ápice, com o aumento em volume e o posterior alongamento do meristema, seguido pela formação dos primórdios das sépalas na flor terminal. Após essa transformação, os primórdios das estruturas florais se diferenciam lateralmente (MARAFON *et al.*, 2007).

A qualidade da flor consiste em um parâmetro quantitativo pelo qual se pode avaliar a habilidade da flor em formar o fruto. Este atributo consiste na razão entre o número de frutos colhidos e a quantidade prévia de flores (STÖSSER *et al.*, 1996) e é

variável de acordo com a localização das gemas nos diferentes tipos de ramos, especialmente em cultivares de baixa fertilidade (SALAYA, 2000).

A qualidade da flor é pré-determinada da indução ao desenvolvimento dos primórdios florais no ciclo de crescimento anterior ao momento da antese, sendo importante haver condições de crescimento adequadas no verão e, depois da colheita, durante o outono. Conhecer a época de indução e diferenciação dos primórdios florais consiste em uma importante informação na previsão da qualidade da flor que está sendo formada (STÖSSER *et al.*, 1996).

No último estágio da formação das flores ocorre o desenvolvimento propriamente dito, que inicia pouco antes da entrada em dormência e durante a brotação do ciclo seguinte. O período anterior à entrada em dormência determina o crescimento que estes primórdios florais podem atingir, tendo um efeito decisivo na qualidade da flor que concluirá o seu desenvolvimento no ciclo seguinte (MARAFON *et al.*, 2007). Conforme Hirst (2003), o grau de diferenciação e, até mesmo, o tamanho da flor influenciam no tamanho final dos frutos produzidos.

O desenvolvimento dos primórdios florais começa pelas sépalas, porções mais distantes em relação ao ápice, seguindo uma ordem acrópeta, concêntrica e contínua de sépalas, pétalas, estames e carpelos. Após o repouso hibernar, ocorre a meiose do grão de pólen e a finalização do desenvolvimento floral. Os fatores de controle do desenvolvimento floral podem envolver o equilíbrio hormonal, a disponibilidade de nutrientes – especialmente de carboidratos – e a interação entre eles. Em virtude desse controle multifatorial, o desenvolvimento dos primórdios florais ocorre de modo desuniforme nas gemas de uma planta (LUZ *et al.*, 2012a).

A flor terminal da inflorescência comumente é formada um mês após as flores mais basais. Contudo, por apresentar o desenvolvimento mais rápido até a entrada em

dormência, passa a ter maior tamanho e massa seca durante a floração do que as flores que ocupam posição inferior na inflorescência (THERON, 2011).

Aspectos físicos de desenvolvimento das inflorescências podem ser utilizados para determinar o comportamento fenológico das diferentes cultivares de pereiras. A avaliação comparativa da medida do comprimento das inflorescências permite diferenciar as cultivares quanto à época de retomada do desenvolvimento floral final. Segundo Verissimo *et al.* (2004), o híbrido ‘Kieffer’ (*P. communis* x *P. pyrifolia* (Burn.) Nak.), que apresentou maiores inflorescências no início de setembro em pomar situado em Pelotas, RS, demonstrou ter um comportamento de desenvolvimento fenológico mais precoce em relação às cultivares de pereiras japonesas ‘Nijisseiki’ e ‘Housui’ (*P. pyrifolia*), as quais apresentaram inflorescências com menor comprimento.

As inflorescências das pereiras se desenvolvem em racemo corimbo, com uma flor terminal na qual as axilas laterais, de crescimento secundário, emergem em ramificações em dicásio (THERON, 2011). A inflorescência racemosa é caracterizada por apresentar um eixo principal dominante, do qual, em corimbo, partem as flores pediceladas de pontos diferentes, porém muito próximos, do eixo da inflorescência. As flores atingem praticamente a mesma altura, variando conforme o comprimento dos seus pedicelos (SOUZA, 2009).

O número de flores emitidas nas inflorescências é bastante controverso, conforme revisões realizadas por diferentes autores. Foi relatado que: potencialmente 11 primórdios florais podem se desenvolver (QUEZADA E NAKASU, 2003); a emissão pode variar de duas a 14 flores por inflorescência, ocorrendo, em média, a brotação de sete flores por inflorescência de gema oriunda de gema sobre ramo velho ou 12 a 17 flores por inflorescência de gema localizada em brindila coroada (THERON, 2011); sete a oito flores podem ser emitidas por inflorescência (WESTWOOD, 1993); ou ainda, conforme Muniz *et*

*al.* (2012a), as inflorescências podem apresentar de cinco a 15 flores cada, sendo que nas cultivares comerciais tem sido observada a presença de sete a oito flores por inflorescência.

Formadas por cinco sépalas e cinco pétalas, cuja coloração varia de branca à rósea, as flores são bispóricas, conhecidas por monoicas ou hermafroditas, possuindo de 20 a 30 estames e dois a cinco estiletes. O ovário é ínfero e exhibe cinco carpelos, que podem conter de um até três rudimentos seminiais cada, sendo mais frequente a presença de dois rudimentos seminiais por carpelo (WESTWOOD, 1993; COCUCCI & MARIATH, 1995; QUEZADA & NAKASU, 2003).

Nyéki e Soltész (1998) observaram que o número de carpelos pode variar com a cultivar. De 136 cultivares de pereiras avaliadas na Hungria, 14 genótipos formaram menos de cinco carpelos. Foram contabilizados de 3,5 a 5,5 carpelos formados, dentre todas as cultivares avaliadas, decorrentes de uma característica individual da cultivar. A menor quantidade de carpelos foi observada em ‘Beurré de Windsor’, enquanto que a maior em ‘Bonne Louise’.

Segundo Muniz *et al.* (2012a), as inflorescências das pereiras apresentam hábito de crescimento indeterminado, iniciando pela abertura das flores mais basais até que a flor terminal abra. Em estudo realizado durante 10 anos com 62 cultivares na Hungria, Dibuz (1998) verificou que a sequência de abertura das flores nas inflorescências ocorre predominantemente do tipo centrípeta (61%), iniciando pelas flores mais externas e basais da raque da inflorescência e posteriormente seguindo para as internas e apicais em relação à posição ocupada no eixo central da raque da inflorescência. Pode haver ainda cultivares do grupo centrífugo (23%), cujas flores mais internas e apicais da raque iniciam a abertura antes das mais externas e basais, ou ainda ser divergente (16%), categoria em que ocorre abertura centrípeta e centrífuga, e ocasionalmente, a segunda e a última flor, posição ocupada em relação à base da raque da inflorescência, abrem ao mesmo tempo. Dentro do grupo centrípeta existe um subgrupo menos frequente, em que a primeira flor a abrir não

fica na primeira posição da base da raque da inflorescência, mas na segunda, sendo denominado de centrípeta variante (Figura 1). Conforme o autor, a classificação da ordem de abertura das flores em relação à posição ocupada na raque da inflorescência não fornece apenas uma característica para identificar e classificar as cultivares, mas também contribui para a análise das condições de polinização e frutificação efetiva por estar relacionada com outros aspectos da biologia floral e reprodutiva das pereiras.

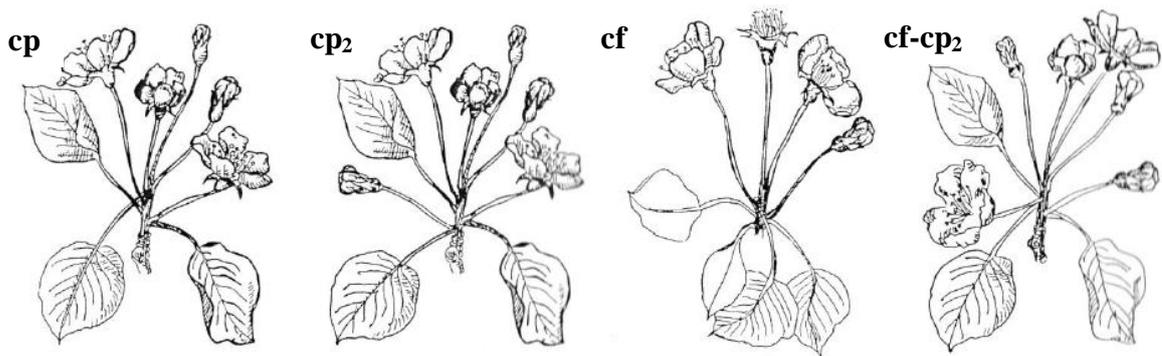


FIGURA 1. Abertura das flores quanto à posição ocupada na raque da inflorescência da pereira: centrípeta (“cp”); centrípeta variante (“cp<sub>2</sub>”); centrífuga (“cf”) e divergente (“cf-cp<sub>2</sub>”). As inflorescências “cp” apresentam inicialmente a abertura das flores externas e basais, seguindo para as internas e apicais; no grupo “cp<sub>2</sub>”, a abertura inicia pela segunda flor mais externa e basal na inflorescência, mas também segue a ordem de fora para dentro e em direção ao ápice; as inflorescências “cf”, ao contrário, possuem como ordem inicial de abertura da flor mais interna e apical, terminando com a abertura das flores externas e basais; e as inflorescências “cf-cp<sub>2</sub>” apresentam ordem de abertura centrípeta e centrífuga na mesma cultivar e ocasionalmente a segunda e a última flor, posição ocupada em relação à base da raque da inflorescência, abrem ao mesmo tempo. Imagens obtidas de Dibuz (1998).

A emissão de flores inicia pelo surgimento das inflorescências de dentro das gemas, cujos botões florais estão ainda unidos, próximos à base e sem a presença de folhas. Segundo a escala de Fases Fenológicas da Flor desenvolvida por Faoro (2009) para pereiras japonesas, denominada “3Fx” como abreviação das iniciais dessa nomenclatura dada à escala, os botões florais emergem com tonalidade rósea (“3F1”), se distanciam e as folhas podem se expandir. Os botões florais vão tomando maior proporção e as pétalas

assumem tonalidade mais clara (“3F2”), podendo chegar ao branco na fase de “balão” (“3F3”), em período pouco anterior a sua abertura. É considerada antese o momento em que as flores iniciam a abertura, quando as pétalas começam a se curvar (“3F4”) até a completa extensão (“3F5”), condição em que as anteras das flores das pereiras ainda apresentam coloração avermelhada e são expostas juntamente com os pistilos. Com a deiscência das anteras da flor e o gradual enegrecimento das anteras, as flores encontram-se na fase “3F6” quando três a metade das anteras escurecem. A partir da perda parcial ou total das pétalas, as flores estão em “3F7” no momento em que mais da metade ou todas as anteras estão pretas e “3F8” assim que todas as anteras estiverem enegrecidas. Em “3F9”, as pétalas vão sofrendo abscisão até que ocorra a perda total das pétalas e o escurecimento completo das anteras da flor (Figura 2). As sépalas podem ser persistentes ou caducas, de acordo com a cultivar, ao longo do florescimento (WESTWOOD, 1993; MUNIZ *et al.*, 2012a).



**FIGURA 2.** Fases Fenológicas da Flor (“3Fx”) de pereiras japonesas: botão rosado e recém-emergido da gema (“3F1”); botão floral pouco rosado e crescido (“3F2”); botão floral em fase de “balão” (“3F3”); botão floral recém-aberto e com pétalas ainda curvadas (“3F4”); botão floral com pétalas bem estendidas e anteras vermelhas (“3F5”); botão floral com pétalas bem estendidas e três a cinco anteras pretas (“3F6”); botão floral com ou sem pétalas e com mais da metade das anteras pretas (“3F7”); botão floral com uma ou mais pétalas caídas e todas as anteras pretas (“3F8”); e botão floral sem pétalas e com todas as anteras pretas (“3F9”). Fotografias extraídas de Faoro (2009).

Faoro (2009) também realizou um comparativo entre determinar os estádios fenológicos de início, plena e final da floração das pereiras japonesas ‘Housui’, ‘Kousui’ e ‘Nijisseiki’ por porcentagens de inflorescências com uma flor aberta e através do uso de uma escala fenológica. Pelo primeiro método, considerou-se o início da floração quando 10% das inflorescências apresentaram pelo menos uma flor aberta (estádio fenológico “F”), plena floração quando 70% das inflorescências atingiram “F” e final de floração no momento em que 90% delas estavam em “F”. Pela escala fenológica, “F” também foi considerado o início da abertura das flores, estando pelo menos uma flor em antese, condição na qual a flor está aberta; em “F1” a maior parte das flores estava aberta, podendo alguns botões florais estar fechados; em “F2” todas as flores estavam abertas e a última recém havia tido sua antese (foi considerada plena floração quando 70% das gemas florais encontravam-se neste estágio); e em “G” a gema apresentava todas as flores abertas e uma ou algumas delas apresentavam pelo menos uma pétala caída e eventualmente havia o intumescimento de algumas corolas, sendo considerado final de floração quando 90% das gemas encontravam-se neste estágio. A utilização da escala fenológica propiciou maior precisão para a determinação dos estádios fenológicos, bem como melhor compreensão da duração da floração.

Em flores recém-abertas, os estigmas bilobares são recobertos por uma fina camada de cutícula, apresentam papilas com formato arredondado e um sulco. O sulco – que começa no estigma, passa pelo estilete e se estende até o nectário – é formado pelos carpelos durante o desenvolvimento do pistilo. O estilete é sólido e internamente constituído por um conjunto de células glandulares alongadas, de citoplasma denso, que formam o tecido de transmissão. Este tecido está rodeado por várias camadas de tecido parenquimático, ficando completamente separado do sulco na região do estilete (SPINELLI *et al.*, 2005).

Em caracterização química dos exsudatos dos estigmas das flores de pereiras europeias, foi verificado que a sua composição era de açúcares livres, aminoácidos livres e polissacarídeos. Os polissacarídeos e as proteínas compreendem a maior parte dos componentes identificados, sendo possível que ocorram na forma de glicoproteínas. Os açúcares (glicose e sacarose) e aminoácidos (aspargina, prolina, serina, glutamina e ácido glutâmico) predominantes aumentam ainda mais a sua concentração com a antese. Comparativamente, o néctar apresenta em vezes maior massa total de açúcares livres por flor do que os exsudatos dos estigmas (PUSEY *et al.*, 2008).

O nectário floral da pereira é do tipo receptáculo-ovariano, fica alinhado ao receptáculo floral no topo do ovário e é constituído por epiderme cuticular lisa, tecido glandular e parênquima nectarífero. Em algumas cultivares, o tamanho do nectário está correlacionado com o diâmetro da flor e com a quantidade de néctar produzido (FARKAS, 2005), porém não tem relação com a concentração de açúcares secretados. A maioria das cultivares de pereiras europeias apresenta néctar constituído predominantemente por frutose e glicose, pertencentes ao grupo das hexoses, na proporção de 5,5: 4,5 (FARKAS *et al.*, 2004).

Segundo Farkas *et al.* (2004), a disposição do nectário floral é exposta, saliente na parte apical dos tecidos do receptáculo, e em algumas cultivares, como observado em ‘Beurré Bosc’, ‘Conference’, ‘Hardenpont’ e ‘Olivier de Serres’, também na parte basal. Além do disco nectarífero exposto, existe uma parte do nectário localizado em uma fenda próxima ao estilete, onde também é secretado o néctar que desce juntamente com o produto de secreção da superfície exposta e se acumula no espaço entre o estilete e o nectário. O néctar acumulado pode permanecer na flor por um longo tempo, evaporando menos rapidamente do que a partir da superfície da glândula exposta.

A secreção de néctar ocorre por aproximadamente três dias, com produção média de 2,47 mg de néctar por flor e teor de 12,8°Brix. Foram observados numerosos estômatos

abertos e, no entorno deles, néctar seco ao longo do tecido de secreção. Os estômatos abertos podem, além de contribuir com a intensidade de saída e evaporação do néctar, ocasionar a sua rápida secagem (KONARSKA *et al.*, 2005). O nectário das pereiras pode ter estômatos do tipo xeromórfico, abaixo do nível da epiderme, ou mesomórfico, cujas células-guarda ficam no mesmo nível que as células epidérmicas e facilitam ainda mais a evaporação do néctar (FARKAS *et al.*, 2007).

Zamani *et al.* (2010) realizaram um estudo no Irã sobre a morfologia e viabilidade dos grãos de pólen de *P. boissieriana* Buhse, *P. longipedicellata* Zamani e Attar, *P. pashia* Hamilton ex. D. Don, *P. hyrcana* Fed., *P. grossheimii* Fed., *P. farsistanica* Browicz, *P. mazanderanica* Schönbeck-Temesy, *P. syriaca* Boiss. e *P. salicifolia* Pall.. À exceção dos grãos de pólen de *P. farsistanica* que exibiu formato prolado esferoidal, as espécies apresentaram grãos de pólen com morfologia assimétrica. Em um plano, a conformação variou entre prolado esferoidal, subprolado ou prolado, enquanto que no segundo plano apresentou formato triangular, trilobado ou circular. Foi sugerido que o formato do grão de pólen, além de ser variável entre espécies, pode ser diferente entre cultivares de uma mesma espécie. As aberturas estruturais geralmente consistem de três ectocolpos e três endoporos. Os ectocolpos ocupam 85% a 91% do comprimento do grão de pólen, muitas vezes dispostos meridionalmente, podendo também estar em arranjo paralelo e os endoporos ficam localizados no meio dos ectocolpos. A escultura da exina dos grãos de pólen das nove espécies do gênero *Pyrus* foi subdividida em quatro tipos: I – intervalos curtos a compridos entre as cristas, estrias estruturais profundas e ausência de perfurações na exina; II – presença de perfurações entre as cristas, que podem ser pequenas e esparsas ou grandes e adensadas; III – cristas com inclinações pouco proeminentes e perfurações grandes e adensadas; IV – cristas com inclinações que variam de pouco proeminentes a moderadas e ausência de perfurações. As análises de fertilidade do grão de pólen

mostraram alta porcentagem de fertilidade, de no mínimo 88% em oito das espécies anteriormente citadas, exceto em *P. grossheimii* que apresentou viabilidade de 52%.

A floração dura em média 15 dias, sendo que esse período varia de acordo com a cultivar, quantidade de flores e condições meteorológicas da estação, especialmente a temperatura ocorrida antes e durante a floração. A floração pode ser estendida quando as pereiras não são expostas à quantidade de frio suficiente durante o repouso hibernar, reduzindo seu potencial para adequada polinização e fecundação (LUZ *et al.*, 2012a).

#### **2.1.1.1 Período efetivo de polinização e frutificação**

O período efetivo de polinização é definido como o número de dias durante os quais a polinização é efetiva em produzir frutos. Este evento é determinado pela longevidade dos rudimentos seminais, considerando-se o tempo de demora entre o início da polinização e a fertilização efetiva. Este parâmetro de avaliação é determinado pela receptividade estigmática, crescimento do tubo polínico e desenvolvimento do rudimento seminal, que são fatores influenciados por temperatura, qualidade da flor e tratamentos químicos realizados (SANZOL & HERRERO, 2001).

Especificamente em pereiras europeias, o período efetivo de polinização é extremamente dependente da temperatura. No caso de 'Beurre d'Anjou' a 21°C, o tubo polínico chega ao rudimento seminal e o fecunda em um dia, porém a 20°C esse tempo é alterado, levando de três a quatro dias para que ocorra a fecundação, sendo o período efetivo de polinização ampliado para três a seis dias. Quando a temperatura está abaixo de 10°C, a polinização é drasticamente alterada, passando a muito baixa ou simplesmente nula (SALAYA, 2000).

Em pereiras cultivadas em regiões de clima frio, o fator geralmente considerado limitante ao período efetivo de polinização e à frutificação efetiva é o lento crescimento do tubo polínico. Mesmo com a aceleração do desenvolvimento do tubo polínico em climas

quentes, ainda têm sido observadas falhas na frutificação efetiva. De um modo geral, a longevidade dos rudimentos seminiais foi identificada como o principal fator limitante ao período efetivo de polinização para a cultura da pereira (SANZOL *et al.*, 2003b).

Segundo Tromp e Borsboom (1996), os regimes térmicos entre 13°C e 17°C durante as florações não interferem na frutificação de pereiras ‘Doyenne du Comice’, contudo ocasionam a ampliação do período efetivo de polinização, comparativamente à ocorrência em temperaturas inferiores. O período efetivo de polinização era dito como reduzido com o aumento da temperatura, porém parece haver um comportamento antagônico do sistema reprodutivo frente às temperaturas, pois àquelas por volta dos 17°C, que favorecem o crescimento do tubo polínico, provavelmente interferem na viabilidade dos rudimentos seminiais. Ocorre severa queda natural dos frutos durante o período de autorregulação de carga, entre três e seis semanas após a polinização, particularmente relacionada com os regimes térmicos entre 13°C e 17°C ou 17°C constantes logo após as florações, independentemente da data de polinização testada ao longo de seis dias a partir da abertura das flores.

A receptividade estigmática consiste no período pelo qual o estigma sustenta a germinação do grão de pólen e foi descrita fenologicamente como a antese, momento da abertura floral, para a maioria das culturas. Atrasos no período de maturação e receptividade estigmática foram relatados em pereira, o que poderia estar relacionado com um caso de protandria, afetando o período efetivo de polinização, enquanto que em outras frutíferas a degeneração precoce dos estigmas seria o aspecto limitante quanto à receptividade estigmática (SANZOL & HERRERO, 2001).

Em ‘Spadona’, a cultivar mais cultivada na Espanha, cujo clima é mediterrâneo, foi observado que os estigmas coexistem em três diferentes estádios de desenvolvimento dentro de uma mesma flor. Esses estádios são compreendidos por: imaturidade, na qual já ocorre a adesão dos grãos de pólen hidratados ao estigma; receptividade, em que permite a

hidratação e a germinação dos grãos de pólen no estigma; e degeneração, momento em que o grão de pólen hidratado germina perfeitamente, porém o crescimento do tubo polínico é prejudicado logo após a germinação. O período de receptividade estigmática é individual em cada carpelo, ocorrendo de forma sequencial. Desse modo, a duração da receptividade estigmática individual de cada carpelo é bastante curta, porém, em conjunto, a flor apresenta um longo período de receptividade. A cultura da pereira foi a primeira na qual este caso de assíncrona receptividade em flor multicarpelar foi descrito. Este fenômeno pode ajudar a explicar, em plantas perenes, o significado adaptativo da policarpia, que consiste na habilidade de florescer e produzir sementes repetidamente em um ciclo de vida, especialmente como uma estratégia que visa maximizar os recursos de polinização em regiões de condições instáveis ou onde os insetos polinizadores apresentem baixa eficiência de polinização (SANZOL *et al.*, 2003a).

A completa fertilidade de flores de ‘Spadona’ foi observada por apenas dois dias após a antese de pereiras cultivadas em região mediterrânea da Espanha, sendo esta uma das cultivares de pereiras com o menor período efetivo de polinização relatado. O crescimento dos tubos polínicos e o desenvolvimento dos rudimentos seminais não se demonstraram limitantes. A degenerescência dos rudimentos seminais não foi detectada, mesmo com a polinização realizada após quatro dias decorridos da antese, sendo fertilizados. A receptividade estigmática das flores foi expressa em pelo menos um dos estigmas ao longo das avaliações, o que foi suficiente para que a frutificação efetiva ocorresse. Esse foi o primeiro caso relatado em que a receptividade estigmática correspondeu ao fator limitante do período efetivo de polinização em pereiras, sugerindo que, além de ser importante para essa frutífera, também seria preponderante em plantios situados em ambientes de clima quente, cujos resultados produtivos têm sido de baixas frutificações (SANZOL *et al.*, 2003b).

Vários tipos de relações temporais e espaciais dos estames e estigmas em flores de pereiras europeias foram encontrados em 141 cultivares na Hungria, com base em uma série de observações realizadas durante oito anos. Além de homogamia, dois tipos de protoginia foram distinguidos em protoginia verdadeira e homogamia atrasada. Existem três tipos de curvaturas dos estames no momento de deiscência das anteras para a liberação dos grãos de pólen: afastamento dos estames em relação ao centro do eixo floral; curvatura dos estames em direção a um dos estigmas, quando a flor está envelhecendo e há pouca chance de receber grãos de pólen de outras cultivares; ou ainda, pode haver o distanciamento e o retorno ao centro do eixo floral. Os últimos dois tipos de arranjo são traços florais que indicam a autofertilidade, porém não são observados em todas as flores de uma árvore. Muito frequentemente, a curvatura dos estames no momento da deiscência das anteras varia entre as flores de uma mesma árvore ou mesmo entre os estames dentro de uma flor (FARKAS & OROSZ-KOVÁCS, 2009).

Com a deiscência das anteras, os grãos de pólen são liberados das anteras na forma desidratada. Durante a sua reidratação no pistilo tem que haver a reorganização da membrana plasmática e do citoplasma, de tal forma que restaure a atividade metabólica e estabeleça um eixo de polaridade que leve à produção de um tubo polínico que emerja de uma das suas aberturas. O sinal que determina o lugar de emergência do tubo polínico não é conhecido, mas a água e os lipídios foram sugeridos como fonte dos sinais direcionais que estabelecem a polaridade (BOAVIDA *et al.*, 2005).

A germinação do grão de pólen é caracterizada pela reconstrução contínua da parede celular e migração apical do citoplasma sustentado pela reorganização do citoesqueleto (LUCA *et al.*, 2010). Gonçalves (2008) realizou testes *in vitro* para avaliar a germinação dos grãos de pólen de diferentes cultivares e espécies de porta-enxerto e copa de pereiras. A temperatura de 20°C, de modo geral, proporcionou adequado crescimento dos tubos polínicos, entretanto temperaturas a partir de 30°C começaram a prejudicar esse

processo. Avaliando a adição de ácido bórico ( $200 \text{ mg L}^{-1}$  e  $400 \text{ mg L}^{-1}$ ) e nitrato de cálcio ( $400 \text{ mg L}^{-1}$ ,  $800 \text{ mg L}^{-1}$  e  $1.200 \text{ mg L}^{-1}$ ) ao meio de cultura composto por  $100 \text{ g L}^{-1}$  de sacarose e  $10 \text{ g L}^{-1}$  de ágar, foi verificado que o uso isolado de ácido bórico na menor concentração promoveu elevados índices de germinação.

O início da formação do fruto ocorre durante o crescimento do tubo polínico dentro do ovário, em direção ao rudimento seminal. Nessa fase, mesmo antes da fertilização, as paredes do ovário se intumescem em virtude do acúmulo da auxina ácido indolacético (AIA), que é o principal hormônio responsável por esse crescimento. O AIA provém, além dos tecidos do ovário, do grão de pólen. Desse modo, a germinação do grão de pólen atua como agente catalisador do crescimento do ovário (FLOSS, 2011).

O tecido de transmissão do estilete e as secreções estigmáticas que recobrem as papilas da epiderme do sulco constituem a fonte de nutrição e hidratação do tubo polínico, correspondendo ao caminho pelo qual o tubo polínico em crescimento utiliza para chegar ao centro do ovário (SPINELLI *et al.*, 2005). Um intrigante aspecto da biologia reprodutiva das pereiras é a maneira como ocorrem as interações entre os grãos de pólen e o pistilo e o mecanismo de regulação do crescimento do tubo polínico no interior do pistilo durante a reprodução vegetal (LUCA *et al.*, 2010).

#### **a) O mecanismo de autoincompatibilidade gametofítica**

O sistema de autoincompatibilidade gametofítica é um mecanismo fisiológico de barreira reprodutiva, com base genética, que promove a alogamia. O grão de pólen germina e a reação de inibição seletiva do crescimento do tubo polínico ocorre no pistilo, mediado por uma glicoproteína com atividade ribonuclease (*S*-RNase) para o loco multialélico, contendo os alelos *S*. A *S*-RNase está presente desde a papila estigmática até o ovário, trajeto realizado pelo tubo polínico, e atua em resposta à presença do mesmo alelo *S* (SCHIFINO-WITTMANN & DALL'AGNOL, 2002).

A maioria das cultivares de pereira europeia tem a frutificação prejudicada em autopolinização porque a autofertilização é impedida pelo sistema de autoincompatibilidade gametofítica, comum às espécies do gênero *Pyrus*. Como esse mecanismo de autoincompatibilidade também existe entre cultivares, a polinização deve ocorrer entre as cultivares em que o alelo *S* presente no genoma haploide do grão de pólen não esteja no genoma diploide do pistilo (TOMINOTO *et al.*, 1996).

Após a autopolinização, no entanto, pode ser obtida resposta variável em frutificação para uma mesma cultivar em anos ou condições de crescimento diferentes. Foi o caso de ‘Spadona’, que teve sua autoincompatibilidade e autofecundidade caracterizadas por Sanzol e Herrero (2007) em dois anos com frutificações diferentes após a autopolinização. No primeiro ano, não ocorreu a fixação dos frutos até o momento da colheita e, no seguinte, houve produção moderada com a ausência de partenocarpia. Foi verificado que a maioria dos tubos polínicos fica presa ao longo do primeiro terço superior do estilete, mas uma pequena proporção consegue chegar à base do estilete, próximo ao rudimento seminal e, então, fertilizar. Os autores acreditam que houve diferenças na fertilidade das flores entre os anos, já que uma maior fertilidade também foi observada na polinização cruzada do segundo ano.

Muitas cultivares de pereiras europeias exibem a partenocarpia como uma rota alternativa à incompatibilidade, o que pode tornar a frutificação um parâmetro inadequado de avaliação da interação entre o grão de pólen e o pistilo. Um método considerado seguro consiste em um índice obtido da divisão do número de sementes viáveis produzidas de cada flor utilizada no teste de polinização pelo número de sementes viáveis conseguidas em um cruzamento compatível e da multiplicação desse resultado por 100 (MORIYA *et al.*, 2005).

A atividade transglutaminase e as poliaminas fazem parte de um sistema integrado multifatorial, ainda não muito bem elucidado, como resposta à interação entre o grão de

pólen e o pistilo, conforme Luca *et al.* (2010). As poliaminas inibem a atividade da RNase durante a polinização compatível, permitindo o crescimento e, provavelmente com a colaboração do ácido perclórico, a entrada do tubo polínico ao longo do estilete. A S-RNase do pistilo é ativada na polinização autoincompatível, ocorrendo a degradação do RNA polínico, o que determina a suspensão do desenvolvimento do tubo polínico. Como parte desse sistema integrado, a transglutaminase catalisa a formação de agregados de alta massa molecular entre as poliaminas ligadas covalentemente às proteínas do citoesqueleto do tubo polínico, causando a desorganização e a paralisação do seu crescimento.

A identificação de sequências alélicas tem propiciado a caracterização dos genótipos e a identificação de novas incompatibilidades de cruzamentos em pereiras europeias. Essa análise molecular é uma importante avaliação, especialmente se usada complementarmente aos ensaios de campo necessários à avaliação da simultaneidade das épocas de floração (MOTA & OLIVEIRA, 2005).

A semicompatibilidade, obtida através de um alelo compatível entre cultivares, tem ocasionado baixos rendimentos, a exemplo de ‘Spadona’ polinizada por ‘Spadochina’, ‘Coscia’ e ‘Gentile’ em Israel. *P. syriaca*, espécie nativa da Galileia que é a principal região produtora do país, é considerada como a possível polinizadora universal de cultivares de pereiras europeias com floração coincidente. Essa espécie é totalmente compatível, apresenta elevada fertilidade e proporciona a produção de frutos, quando há polinização manual, em quantidade equiparável ao uso de cultivares de pereiras europeias totalmente compatíveis como plantas polinizadoras, apresentando período de floração em época sobreposta ao de ‘Spadona’ (GOLDWAY *et al.*, 2008).

Zuccherelli *et al.* (2002) determinaram a composição do loco *S* em seis haplótipos, identificados por  $S_a$ - $S_e$  e  $S_h$ , de 10 cultivares de pereiras europeias. Ao cruzarem as diferentes cultivares testadas anteriormente em ensaio molecular, confirmaram a

incompatibilidade entre ‘Abate Fetel’ e ‘Doyenne du Comice’, bem como de ‘William’s’ e seu mutante ‘Max Red Bartlett’ a campo.

A diversidade do alelo *S* de cultivares tem sido extensivamente investigada. Sanzol (2009a) detectou a autocompatibilidade em uma mutação para o alelo *S*<sub>21</sub> em pereiras europeias, confirmada pelo método de avaliação do crescimento do tubo polínico e formação de sementes viáveis nos frutos. Cruzamentos recíprocos de pereiras *S*<sub>21</sub> e mutantes *S*<sub>21</sub><sup>o</sup> indicaram que ambos os alelos exibiram a mesma função no grão de pólen, porém as cultivares que continham *S*<sub>21</sub><sup>o</sup> tiveram o funcionamento do pistilo prejudicado. Segundo o autor, as cultivares mutantes podem vir a ser uma fonte de autocompatibilidade em pereiras europeias, o que propiciaria aos fruticultores um sistema alternativo de plantios mistos, utilizando-as como plantas polinizadoras ou através da sua produção partenocárpica.

A glicoproteína e seu gene de codificação *S*-RNase já foram sequenciados em 24 diferentes haplótipos *S* (*S*<sub>1</sub>-*S*<sub>14</sub>, *S*<sub>m</sub>, *S*<sub>n</sub>, *S*<sub>o</sub>, *S*<sub>q</sub>, *S*<sub>r</sub> e *S*<sub>20</sub>-*S*<sub>24</sub>) para as 37 cultivares de pereiras europeias estudadas (SANZOL, 2009b). Goldway *et al.* (2009) criaram uma nova nomenclatura advinda de uma decisão conjunta entre diversos grupos de pesquisa da área, pela necessidade de distinguir claramente as origens das diversas *S*-RNases, que foram denominadas tanto por letras como por números em pereiras europeias e asiáticas. A numeração começa a partir de 101, onde o primeiro dígito identifica que os alelos *S*-RNase pertencem à pereira europeia, englobando ao todo os 133 genótipos caracterizados.

As variantes neutras *S*<sub>104-1</sub> e *S*<sub>104-2</sub> – que segregam dentro do haplótipo *S*<sub>104</sub> (*S*<sub>a</sub> = *S*<sub>b</sub>) e mantêm a mesma função na interação entre o grão de pólen e o pistilo – foram observadas em, respectivamente, seis e 22 cultivares de pereiras europeias. As formas alélicas de transição podem vir a apresentar condições de gerarem novas especificidades funcionais, como indicado na maioria das diversificações alélicas ocorridas nessa espécie (SANZOL, 2010).

Uma proteína do grão de pólen, expressa por genes do domínio F-box ligado ao loco *S*, é determinante desse mecanismo de autoincompatibilidade do sexo masculino. Zisovich *et al.* (2009) isolaram, pela primeira vez para pereira europeia, os sete haplótipos específicos do domínio F-box e geraram *primers* que poderão servir como ferramenta adicional para genotipagem molecular do loco *S* em diversas cultivares.

No entanto, o número de genes F-box pertencente a cada haplótipo *S* ainda é desconhecido nessa espécie. Vários genes foram identificados como candidatos por exibirem polimorfismo haplótipo específico, expressão de pólen e vinculação à *S*-RNase. Franceschi *et al.* (2011a) encontraram cinco genes ligados a um haplótipo *S*. Dois desses genes apresentaram uma ligação incompleta para a *S*-RNase, sendo sugerido que não pertencem ao loco *S*. Na continuidade do trabalho, evidências de coevolução com a *S*-RNase foram sugeridas para, pelo menos, dois genes, *SFBB $\delta$*  e *hMdSFBB<sup>9- $\alpha$</sup>* , sendo estes atualmente considerados os mais prováveis responsáveis pelo mecanismo de autoincompatibilidade (FRANCESCHI *et al.*, 2011b).

### **b) Os agentes polinizadores**

A ordem de abertura das flores nas inflorescências está relacionada com outras características importantes da biologia floral e reprodutiva das pereiras, tais como número de flores emitidas por inflorescência, longevidade da floração e a visita por abelhas. As inflorescências com abertura centrípeta apresentam maior número de flores por inflorescência, o que pode aumentar a concentração de flores por pereira e assim, o número de visitas de abelhas. Por outro lado, a maior quantidade de flores pode ampliar a duração da floração pela dispersão da abertura floral ao longo do tempo, influenciando na disponibilidade de néctar e, parcialmente, de grãos de pólen às abelhas, o que contribui para o aumento da atratividade floral aos insetos e influencia na constância da visita dos insetos polinizadores, contribuindo na frutificação efetiva das pereiras com ordem de

abertura centrípeta das flores nas inflorescências. Dibuz *et al.* (1998) observaram que as cultivares com ordem de abertura centrípeta apresentaram a maior frutificação, 40% a mais do que o grupo centrífugo e 30% superior ao tipo divergente, o que possibilita obter maiores produções do que as pertencentes aos demais grupos.

A presença abundante de néctar, mesmo que este tenha baixa quantidade de açúcar, aumenta a chance de polinização por insetos (FARKAS *et al.*, 2007). Entretanto, a localização inacessível de parte da região do nectário, em uma estreita fenda nas proximidades do estilete, dificulta o acesso dos insetos polinizadores ao néctar. Além disso, a cutícula que recobre a epiderme e a inexistência de tricomas aceleram o escoamento em direção à fenda e a evaporação do néctar secretado. Estas características, aliadas à baixa quantidade de açúcar, contribuem para a relativa baixa atratividade dessas flores aos insetos polinizadores (KONARSKA *et al.*, 2005).

As cultivares de pereira não necessariamente apresentam a mesma dinâmica de secreção de néctar, podendo variar em cada ano, ou mesmo pertencer a diferentes categorias, de acordo com o clima e o estágio fenológico. Existe a categoria cuja secreção de néctar é intermitente ao longo do dia; em outra, no entanto, a secreção do néctar ocorre de modo descontínuo; podendo ainda não secretar néctar e oferecer como única recompensa floral os grãos de pólen em determinado momento, sendo menos atraente aos insetos polinizadores. A maioria das 28 cultivares avaliadas na Hungria apresentou secreção descontínua de néctar, com intervalos de quatro a cinco horas para a obtenção dos picos máximos de secreção desse atrativo floral aos insetos visitantes. Os picos de secreção do néctar geralmente ocorreram na metade da manhã (entre 09h e 10h), do início para a metade da tarde (entre 14h e 15h) quando não ocorreram altas temperaturas e no início da noite (entre 18h e 19h). A ocorrência de dias ensolarados, sem vento, com temperaturas do ar de 20°C a 27°C e umidade relativa de 30% a 40% consistiram nas condições mais favoráveis à secreção de néctar. A disponibilidade de grãos de pólen observada foi mais

intensa sob elevadas temperaturas, principalmente no início da tarde, podendo também ocorrer a deiscência das anteras de algumas cultivares nas primeiras horas da manhã (FARKAS & OROSZ-KOVÁCS, 2003).

A posição individual das diferentes estruturas florais de pereiras europeias é decisiva no comportamento dos insetos durante a visita, bem como na eficácia da sua polinização. Durante a ocorrência de protoginia verdadeira precoce, onde o estigma sai do botão floral em Fase Fenológica da Flor em “balão” com coloração avermelhada, quando este ainda não oferece nenhuma recompensa aos insetos polinizadores, a transferência dos grãos de pólen provavelmente ocorre apenas pela ação do vento. A etapa seguinte consiste na polinização por uma pequena abertura dessas pétalas vermelhas ou rosas, de 1 mm ou 2 mm de largura, por onde os besouros de pequeno porte entram buscando alimentos, como néctar e estames. Quando a flor está plenamente aberta, a liberação dos grãos de pólen começa somente após a perda da receptividade estigmática, indicada pela ausência de exsudatos e o aparecimento de manchas escurecidas na superfície, e diversos insetos podem realizar a polinização. Em outras flores protogínicas verdadeiras, o aparecimento precoce da secreção de néctar tem um significado especial, já que esta é a única recompensa potencial aos insetos polinizadores durante a fase receptiva do estigma. Em homogamia atrasada, o período da receptividade estigmática é maior do que na protoginia verdadeira, estendendo o período de polinização e aumentando a chance de receber grãos de pólen de outras cultivares. Neste caso, o estigma pode atrair os insetos polinizadores pela secreção do néctar em um primeiro momento, que pode ser na Fase Fenológica da Flor em “balão”, após a abertura das flores, ou até mesmo nem ocorrer em certos anos e, posteriormente, os grãos de pólen servem como recompensa. Em homogamia verdadeira, essas recompensas se sobrepõem, os exsudatos estigmáticos estão presentes e os estigmas perdem a funcionalidade apenas após a deiscência da maioria das anteras (FARKAS & OROSZ-KOVÁCS, 2009).

As abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.) intensificam a visita às flores em temperaturas de 15°C a 26°C, mas reduzem ou suspendem a sua atividade com temperaturas abaixo de 10°C. Nas horas de maior calor e insolação, particularmente em condições acima dos 32°C, as abelhas melíferas coletoras de pólen e néctar são desviadas para o abastecimento de água com a finalidade de reduzir a temperatura no interior da colmeia. Ventos de 15 a 20 quilômetros por hora reduzem a atividade das abelhas melíferas, podendo ter suas atividades suspensas se a velocidade alcançar 30 a 40 quilômetros por hora (LUZ *et al.*, 2012a).

Em estudo da ecologia da polinização das pereiras japonesas ‘Housui’, ‘Kousui’ e ‘Nijisseiki’, nas condições climáticas de Caçador e São Joaquim, SC, foram observados, respectivamente, 6% e 14% da quantidade ideal de visitas por insetos polinizadores, sendo detectada maior diversidade em Caçador, que apresenta condições climáticas menos frias. Embora os insetos nativos consigam realizar a polinização, as abelhas melíferas foram os visitantes mais frequentes. Foi bastante comum, embora em menor quantidade que as abelhas melíferas, a presença das abelhas nativas irapuá (*Trigona spinipes* Fabricius) e mirim (*Plebeia* spp.), as quais se alimentam de néctar e grãos de pólen. Em São Joaquim, a alta produção de grãos de pólen e a baixa ou nula produção de néctar ocasionam elevada atividade polinizadora do coleóptero *Astylus quadrilineatus* Germar (FAORO, 2009).

O aluguel de colônias de *A. mellifera* é uma realidade nos cultivos de pereiras europeias e de outras frutíferas de clima temperado no Hemisfério Norte, a exemplo do que já ocorre no Brasil nos pomares de macieiras, por serem altamente dependentes de polinizadores bióticos e para promover o vingamento dos frutos. A expansão nacional do cultivo das frutíferas de clima temperado poderá ocasionar o aumento da demanda por polinizadores nativos e o seu manejo para polinização dos pomares. Há, portanto, a necessidade de conhecer, conservar e estimular os visitantes florais nativos que possam ser polinizadores eficientes e aprimorar as técnicas de manejo de *A. mellifera* existentes para

maximizar a produção, especialmente em pequenas propriedades, e assegurar a rentabilidade da fruticultura de clima temperado no Brasil (FREITAS & NUNES-SILVA, 2012).

O uso de abelhas sem ferrão na polinização de espécies cultiváveis vem ganhando espaço nos últimos anos, pois apresentam características favoráveis para atuar como agentes polinizadores, tais como polilectia e adaptabilidade, que auxiliam na polinização múltipla, constância floral, facilidade de domesticação e forrageamento contínuo pela perenização das colônias. Dentre as desvantagens apresentadas estão a necessidade de melhorar o nível de tecnologia de domesticação, a falta de disponibilidade de um grande número de colmeias e as baixas taxas de crescimento populacional. Como exemplos bem sucedidos de uso de abelhas solitárias como polinizadores de pereiras europeias, destacam-se *Osmia cornuta* Latreille na Espanha, França e Itália e *O. lignaria* Say nos Estados Unidos e Canadá (GARÓFALO *et al.*, 2012).

Como as flores das pereiras apresentam baixo teor de néctar, é recomendado realizar roçadas das plantas nas entrelinhas do pomar que possam vir a ser mais atrativas aos polinizadores e utilizar de cinco a oito colmeias por hectare no momento da floração. A quantidade de colmeias a ser utilizada é de difícil determinação e deve ser escolhida de acordo com a idade e o tamanho das plantas cultivadas, intensidade da floração, densidade de plantio, arranjo das cultivares polinizadoras no pomar, existência ou não de outros insetos polinizadores nativos, tamanho da colmeia e condições climáticas (LUZ *et al.*, 2012a).

### **c) A fertilização e a autorregulação da carga de frutos**

As pereiras possuem grão de pólen maduro do tipo binucleado. Os dois núcleos (ou células), o vegetativo e um generativo, se movem junto com o conteúdo citoplasmático durante o crescimento do tubo polínico. O núcleo vegetativo se degenera e o núcleo

generativo se divide em dois núcleos espermáticos. Apenas um tubo polínico entra no rudimento seminal através da micrópila e descarrega os núcleos espermáticos dentro do saco embrionário. Um núcleo fecunda o rudimento seminal, formando o zigoto diploide que origina o embrião, enquanto o outro núcleo se une com os dois núcleos polares originando o endosperma triploide (STÖSSER *et al.*, 1996).

O sucesso da fertilização depende dos tubos polínicos alcançarem os rudimentos seminais antes de degenerarem. Entretanto, mesmo que não ocorra a fertilização, a polinização como processo isolado incrementa a duração da viabilidade do saco embrionário por impulsionar a atividade citoplasmática e bioquímica no pistilo, além de promover o desenvolvimento do ovário, o qual é interpretado pela planta como fertilização. A degenerescência de rudimentos seminais de flores não polinizadas ocorre entre 12 e 21 dias, ao passo que quando as flores sofrem polinização cruzada o processo de degenerescência é postergado por cerca de 10 dias, ampliando o período efetivo de polinização (JACKSON, 2003).

Para que a polinização cruzada seja eficiente, o florescimento da cultivar polinizadora e da receptora devem ser coincidentes. É indicado o uso mínimo de duas cultivares polinizadoras, sendo que uma delas deve atingir a plena floração quando 30% das flores da cultivar principal estiverem abertas; e a outra cultivar deve coincidir sua plena floração com a plena floração da cultivar receptora. A disposição das cultivares polinizadoras na linha de plantio deve ser de no máximo 20 metros de distância das plantas receptoras (LUZ *et al.*, 2012a).

A fecundidade dos frutos pode ser classificada segundo a quantidade de sementes viáveis formadas por cada fruto. A fecundidade pode ser muito baixa quando o fruto possui de 0,1 a 1,0 sementes viáveis por fruto; baixa se os frutos tiverem de 1,1 a 3,0 sementes viáveis; intermediária para frutos com 3,1 a 5,0 sementes viáveis; e alta se existem de 5,1 a 10,0 sementes viáveis por fruto. As cultivares conhecidas como boas doadoras de grãos de

pólen ocasionam alta formação de sementes viáveis – com valor médio de 6,7 sementes viáveis por fruto – e, em geral, elevada frutificação, enquanto que aquelas que apresentam a partenocarpia como tendência natural desenvolvem frutos com poucas sementes viáveis, com menos de 3,0 sementes viáveis. Certas cultivares desenvolveram maior aptidão em frutificar do que fertilizar, porém em outras a relação pode ser inversa (NYÉKI & SOLTÉSZ, 1998).

O fruto da pereira europeia é pomáceo, proveniente de ovário ínfero, do tipo pomídeo, o que consiste em um fruto simples, carnosos, pentacarpelar e plurispérmico. O endocarpo cartilaginoso é envolvido pelo pericarpo restante e pelo hipanto suculento, podendo os carpelos permanecer separados ou concrecer (SOUZA, 2009).

Pela teoria da origem receptacular, a mais aceita por estudos ontogênicos em relação aos frutos pomídeos, os cinco carpelos drupáceos são envolvidos pelo receptáculo, correspondendo, assim, a maior parte carnosos do fruto à origem axial ou caulinar. O receptáculo é formado pela epiderme, hipoderme, córtex e medula. As divisões celulares na medula e no córtex cessam por volta de três semanas após o florescimento, sendo o posterior crescimento provocado pelo aumento do tamanho celular (SOUZA, 2006).

Além da influência do genótipo, o tamanho do fruto é derivado principalmente do desenvolvimento do receptáculo floral, sendo fundamentais a fase de diferenciação floral e crescimento do fruto. São fatores determinantes, respectivamente, o número de células que se desenvolvem nos componentes florais e que serão incorporados ao fruto, assim como a divisão e expansão celular após a antese. A expansão celular durante essa segunda fase é o principal determinante do tamanho final do fruto. Condições climáticas, como a disponibilidade de luz e a temperatura, e também fatores inerentes à cultura, tais como o manejo da carga de frutos, a irrigação – especialmente entre 14 e 28 dias após a plena floração – e o uso de fitorreguladores, repercutem no tamanho final dos frutos (THERON, 2011).

A epiderme da pera possui coloração de fundo verde amarelado e, às vezes, com um adicional avermelhado de intensidade variável. A polpa pode ser branca com tendência ao creme, ou ainda ao tom rosado. As sementes são inicialmente amareladas e atingem a tonalidade preta com o avanço da maturação do fruto (MUNIZ *et al.*, 2012a).

As peras apresentam, geralmente, um determinado número de sementes viáveis e bem formadas, mas são oriundas de fecundação parcial dos rudimentos seminais e de polinização cruzada insuficiente. Alguns desses frutos mostram rudimentos de sementes inviáveis que tiveram um ligeiro crescimento e abortaram, resultando na produção de frutos com conformação mais alongada. Quando a fertilização é deficiente, o tecido do receptáculo adjacente ao lóculo onde não ocorreu o desenvolvimento de sementes viáveis se deforma, devido à ausência de fitorreguladores e fatores de crescimento, comprometendo o volume e a qualidade do fruto produzido. O tamanho dos frutos, sua forma e o período de conservação frigorífica estão vinculados com a polinização e com a quantidade de sementes viáveis presentes (LUZ *et al.*, 2012a).

A floração e o desenvolvimento dos frutos, a partir de um ponto de vista evolutivo, são mecanismos pelos quais as plantas disseminam sementes viáveis e asseguram a propagação da próxima geração. Por outro lado, os fruticultores não têm como finalidade a produção das sementes, mas estão interessados na obtenção de elevado rendimento e qualidade de frutos. Como ambas as finalidades são conflitantes, a manutenção da produtividade das pereiras representa um grande desafio aos fruticultores (HIRST, 2003).

As sementes viáveis dos frutos em desenvolvimento são muito ativas na síntese de giberelinas, que é um dos fatores endógenos mais importantes na inibição da indução floral das angiospermas. A produção com elevada carga de frutos por planta em uma safra proporciona grande formação de sementes viáveis e, conseqüentemente, aumento do nível endógeno de giberelinas. Esse fitorregulador ocasiona a inibição da indução floral das

gemas que estariam sendo formadas e, conseqüentemente, a alternância de produção na safra seguinte (LUZ *et al.*, 2012a).

Algumas giberelinas, como o AG<sub>7</sub>, possuem maior poder inibitório da indução da diferenciação dos primórdios florais do que outras, como, por exemplo, o AG<sub>4</sub>. A prática de raleio de frutos pode ser empregada a fim de reduzir a síntese de giberelinas e a alternância de produção (HIRST, 2003).

A produção de peras pode ocorrer por partenocarpia, que consiste na possibilidade de desenvolver frutos sem que a fecundação seja necessária. A produção de frutos partenocárpico é comum em algumas cultivares, especialmente em condições de alta temperatura ambiental e vigor de flores. As peras são produzidas a partir do desenvolvimento das paredes do ovário e, pela ausência de sementes viáveis, utilizam fitorreguladores provenientes de outras partes da planta para essa finalidade (SALAYA, 2000; MUSACCHI, 2007; LUZ *et al.*, 2012a).

As giberelinas e auxinas podem induzir a formação de frutos partenocárpico. Em frutos oriundos de fertilização, é verificado um grande aumento da giberelinas endógenas no embrião e no endosperma, sendo mantido esse alto nível de concentração através do desenvolvimento do fruto e das sementes viáveis. Quando o tamanho máximo do fruto é atingido, ocorre uma drástica redução na concentração de giberelinas endógenas (FLOSS, 2011).

A zeatina, citocinina que induz a divisão celular nos receptáculos florais, também está envolvida na promoção da partenocarpia, através da sua interação com ácido indolacético (AIA), retardando a senescência dos rudimentos seminais, ampliando o período efetivo de polinização e a frutificação. A concentração de auxinas aumenta nos receptáculos florais das cultivares, especialmente nas que possuem tendência à partenocarpia, após uma semana da ocorrência de polinização aberta (SALAYA, 2000).

A frutificação refere-se ao estágio em que as flores são retidas na árvore ou então sofrem abscisão. A queda de flores e frutos pode apresentar vários picos. Durante a primeira onda, caem as flores não polinizadas, seguidas pelas flores polinizadas, mas não fertilizadas. Em diversas ondas subsequentes, ocorre a abscisão das flores fertilizadas, período conhecido como *december drop* para o Hemisfério Sul por geralmente ocorrer em dezembro (HIRST, 2003).

Segundo Salaya (2000), o mecanismo mais intenso de autorregulação de carga ocorre geralmente até 40 dias após a plena floração (DAPF). Quando a frutificação é excessiva, no entanto, a abscisão natural dos frutos pode ocorrer até o momento que antecede a colheita (WEBSTER, 2002).

O número de sementes viáveis, relacionado com a massa dos frutos, é importante para a retenção dos mesmos (HIRST, 2003). A produção de frutos com menos de quatro sementes viáveis ou de origem partenocárpica são mais suscetíveis à abscisão e queda prematura (WEBSTER, 2002).

As auxinas, giberelinas e compostos orgânicos sintetizados pelas sementes viáveis, além de atuarem na redução da queda de frutos, desempenham importantes funções na fase inicial de desenvolvimento dos frutos durante a divisão e multiplicação celular. As sementes viáveis acabam colaborando também na regulação de carga de frutos na pré-colheita e no controle do vigor vegetativo das pereiras (LUZ *et al.*, 2012a).

O boro exerce efeito indireto no crescimento vegetativo das pereiras, reduzindo o vigor vegetativo por aumentar a fixação de frutos na planta e o rendimento do pomar. Ocasionalmente também a emissão de maior densidade de flores na primavera seguinte à aplicação do micronutriente no solo, através da redução das brotações da copa, o que, possivelmente, poderia estimular o desenvolvimento de gemas florais como um resultado da menor necessidade de distribuição de assimilados entre a planta (EL-SHAZLY & KOTB, 2011).

Em algumas cultivares, a realização de autopolinização induz à maior produção de frutos partenocárpicos do que em pereiras sem polinização alguma, indicando que essas plantas possuem autonomia estimulante para induzir frutificações partenocárpicas nelas mesmas. A produção de sementes viáveis nos frutos de cultivares naturalmente partenocárpicas proporciona a obtenção de frutos de adequada conformação (razão entre comprimento e diâmetro), maior tamanho, massa e conteúdo de sólidos solúveis. Desse modo, a polinização compatível em cultivares com potencial partenocárpico é necessária para estabelecer a frutificação efetiva e a produção satisfatória de frutos em quantidade e alta qualidade (MORIYA *et al.*, 2005).

Uma vez que os frutos são formados, as pereiras devem ser mantidas com suficiente, mas não excessiva carga para produzir peras de grande calibre e com adequada maturação. Contudo, os processos que controlam a floração, a frutificação efetiva, a abscisão de frutos e o crescimento dos frutinhos em cultivares de pereiras europeias são apenas parcialmente compreendidos, apesar de muitos estudos realizados. O problema é que esses processos são complexos e influenciados por muitos fatores genéticos, ambientais e de manejo, que podem exercer a sua influência um tempo considerável antes da estação de desenvolvimento. A floração e a qualidade da flor, por exemplo, podem ser influenciadas pela poda e condução realizadas dois anos antes das flores abrirem. Os componentes da produtividade das pereiras mais importantes, mas menos compreendidos, são a qualidade das flores e o complexo de fatores que a influencia. Estudos usando ambientes controlados e as subsequentes criações de modelos computacionais preditivos poderiam auxiliar na compreensão sobre a qualidade da flor, a frutificação efetiva e as taxas de crescimento dos frutinhos, bem como na gestão dos pomares (WEBSTER, 2002).

## 2.2 Recursos genéticos

### 2.2.1 Centros de diversidade e evolução

Até o momento existem mais de vinte espécies do gênero *Pyrus* relatadas, todas nativas da Ásia e da Europa, porém pela similaridade entre elas há dificuldade na classificação e definição do número exato. Mais da metade das espécies são encontradas na Europa, Norte da África e Ásia Menor, próximo ao Mar Mediterrâneo, sendo as demais espécies encontradas na Ásia (WESTWOOD, 1993).

As pereiras (*Pyrus* spp.) apresentam três distintos centros de diversidade, que foram considerados como centros de origem e denominados de Centro Chinês, Centro Asiático Central e Centro do Oriente Médio. Do Centro Chinês, surgiram *P. pyrifolia*, *P. ussuriensis* Max e *P. bretschneideri* Rehd.. O Centro Asiático Central – que abrange o Noroeste da Índia, o Afeganistão, o Tadjiquistão, o Uzbequistão e o Oeste de Tian-Chan – consiste em uma região de ocorrência de *P. communis* e há indícios de que Tian-Chan seja um centro de diversidade secundária, onde *P. communis* hibridizou-se com *P. heterophylla* Regel e Schmalh., *P. boissieriana* Buhse e *P. korhinskyi* Litv. (FAORO, 2001a; NAKASU & FAORO, 2003; QUEZADA & NAKASU, 2003).

Aldasoro *et al.* (2005), a partir de análises de fósseis da subfamília Maloideae, apontaram a região montanhosa da cordilheira de Cárpatos, ao Sul da Polônia, como o local de surgimento de *P. communis* durante o Plioceno. Segundo Westwood (1993), as pereiras europeias são oriundas do cruzamento entre plantas silvestres de *P. caucasica* Fed e *P. nivalis* Jacq. e foram domesticadas desde a pré-história. O Centro do Oriente Médio, composto pelas Montanhas do Cáucaso e a Ásia Menor foi indicado como a região de origem das formas domesticadas de pereira europeia (FIDEGHELLI, 2007).

*P. communis* apresenta número cromossômico  $2n = 34$  ( $n = x = 17$ ) e algumas poucas cultivares são poliploides ( $2n = 3x = 51$ ;  $2n = 4x = 68$ ) (WESTWOOD, 1993). Segundo Faoro (2001a), ‘Beurre d’Amanlis’, ‘Beurre Diel’, ‘Conseiller a la Cour’,

‘Catillac’ e ‘Pitmaston Duchess’ são exemplos de cultivares de pereiras europeias triploides ( $2n = 3x = 51$ ).

Segundo Faoro (2001a), a pera foi mencionada pela primeira vez por Homero (1000 A. C.), ao descrever as características organolépticas do fruto. A pereira passou a ser cultivada por gregos (300 A. C.) e romanos (79-23 A. C.), que com as conquistas territoriais dispersaram a cultura pela Europa Central e Oriental. Em 1515 já era cultivada na Alemanha; a França foi a maior produtora mundial do século XVI ao XVIII, sendo obtidas as pereiras ‘Comice’ e ‘Beurre Hardy’; no século XVIII surgiram ‘Beurre Bosc’ e ‘Winter Nelis’ na Bélgica; ‘William’s’ foi obtida na Inglaterra por volta de 1796; e ‘Packham’s Triumph’ foi desenvolvida na Austrália em 1896, sendo dispersa para cultivo no restante da Oceania, África e América do Sul.

Acredita-se que a cultura tenha chegado ao continente americano por Hernán Cortés durante a conquista de Honduras e a ocupação da Califórnia. Posteriormente, a pereira chegou ao Peru com Pizarro e, no Brasil, se difundiu através dos primeiros colonizadores portugueses, alemães e italianos (FAORO, 2001a).

### **2.2.2 Cultivares**

A carência de informações a respeito do comportamento produtivo de cultivares de pereiras europeias sobre porta-enxertos de marmeleiro tem limitado o cultivo nas diferentes regiões do Sul do Brasil. Em face da grande deficiência de pesquisas sobre o tema nessas condições, a procura por cultivares melhor adaptadas às regiões subtropicais vem se intensificando no país (MACHADO *et al.*, 2012).

Climas secos, frios no inverno e com boa soma de calor no verão são especialmente recomendados para as cultivares pertencentes à *P. communis*. Para que haja satisfatória superação de dormência, necessitam de mais de 900 Horas de Frio (HF) hibernal. Embora todas as condições climáticas necessárias para o adequado desenvolvimento dessa cultura

nem sempre ocorram no país, com base em observações fenológicas e produtivas realizadas em coleção da Embrapa em Vacaria (RS), as pereiras europeias que melhor se adaptaram foram ‘Packham’s Triumph’, ‘William’s’ e seu mutante ‘Red Bartlett’ (NAKASU & FAORO, 2003).

Conforme Perazzolo (2008), algumas cultivares de pereiras europeias enxertadas sobre marmeleiros têm se revelado promissoras em pomares localizados em São Francisco de Paula (RS). São elas: ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’, ‘Rocha’, ‘Santa Maria’ e ‘William’s’ (Figura 3).

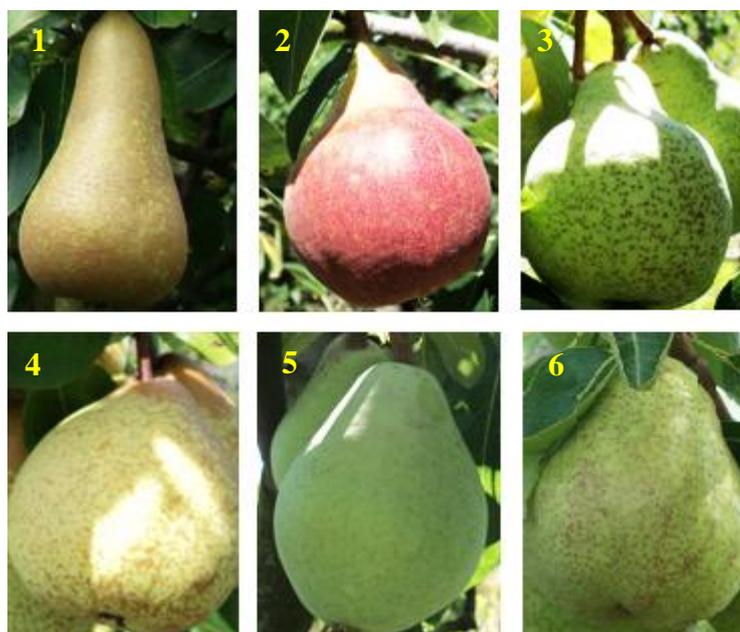


FIGURA 3. Frutos de pereiras europeias ‘Abate Fetel’ (1), ‘Clapp’s Favourite’ (2), ‘Packham’s Triumph’ (3), ‘Rocha’ (4), ‘Santa Maria’ (5) e ‘William’s’ (6). Fotografias: Biane de Castro. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012.

#### 2.2.2.1 ‘Abate Fetel’

‘Abate Fetel’ foi obtida por Chessy-les-Mines através da seleção de uma mutação somática espontânea ocorrida na França em 1866. Apresenta baixo vigor e afinidade com marmeleiro e frutifica preferencialmente sobre lamburdas (MACHADO *et al.*, 2012). O seu cultivo no Estado do RS tem sido recomendado para as Zonas 3 e 4, que correspondem

a, respectivamente, Planalto Superior e região com mais de 1000 m de altitude pela maior disponibilidade de somatório de Horas de Frio durante o repouso hibernar (WREGE *et al.*, 2006).

Segundo Musacchi (2007), a pereira 'Abate Fetel' pertence ao segundo grupo de hábito de frutificação das pereiras, em que as florações ocorrem em lamburdas formadas sobre ramos de dois ou três anos. Com a prática da poda são deixados ramos de um ano, sobre os quais novas lamburdas são formadas no ano sucessivo. Para este grupo é necessário adotar uma poda curta, esporonando os ramos de dois ou três anos, deixando-se de três a quatro lamburdas para favorecer o pegamento de frutos, especialmente para essa cultivar de enfolhamento precoce.

A pera 'Abate Fetel' é a mais apreciada e valorizada na Europa. Essa cultivar tem proporcionado produtividade elevada no Sul do Brasil, mas com inconstância ao longo das safras em virtude da redução de gemas florais e da baixa frutificação efetiva. A prática da poda para diminuir a carga de gemas deve ser realizada anualmente visando o favorecimento da fixação dos frutos (PERAZZOLO, 2008).

Como os ramos de frutificação de 'Abate Fetel' apresentam curto tempo de duração, necessitam de podas mais severas para manter os ramos produtivos, prevenir a alternância de produção e o crescimento descontrolado. Além dos problemas ambientais habituais, o aparecimento de alternância de produção parece mais comumente relacionado às cultivares que tendem a produzir predominantemente em gemas florais sobre ramos de três ou mais anos de idade (SANSVINI *et al.*, 2008).

A exigência em Horas de Frio (HF) abaixo de 7,2°C é de 800 HF a 900 HF nessa cultivar (BRIGHENTI, 2012). A época de florescimento de 'Abate Fetel' é intermediária em relação às demais cultivares de pereiras (*Pyrus* spp.) e leva de 140 a 165 dias após a plena floração para completar o ciclo produtivo (WESTWOOD, 1993). Segundo Benítez (2001), 'Abate Fetel' floresce de 16 a 20 de setembro nas condições locais da Patagônia

argentina e é colhida dos 135 aos 138 dias após a plena floração, na primeira semana de fevereiro.

A diferenciação dos primórdios florais contidos nas lamburdas de ‘Abate Fetel’ ocorre no início de fevereiro para as distintas condições edafoclimáticas de Pelotas e Vacaria, RS (MARAFON *et al.*, 2007). A sequência de abertura das flores quanto à posição ocupada nas inflorescências ocorre predominantemente do tipo centrípeta em pereiras ‘Abate Fetel’ cultivadas na Hungria (DIBUZ, 1998).

‘Abate Fetel’ apresenta os alelos para autoincompatibilidade  $S_aS_b$  pela antiga nomenclatura (TAKASAKI-YASUDA *et al.*, 2008) ou  $S_{104}S_{105}$  pela atual (SANZOL, 2009b; GOLDWAY *et al.*, 2009). Para as condições do Sul do Brasil, ‘Forelle’ foi indicada como cultivar polinizadora para ‘Abate Fetel’ (LUZ *et al.*, 2012a).

O uso das polinizadoras ‘William’s’, ‘Beurre Bosc’ e ‘Coscia’ tem sido empregado nos pomares de ‘Abate Fetel’ cultivados na Austrália, coincidindo a floração em ciclo mediano-tardio naquelas condições (CAMPBELL, 2002); as polinizadoras ‘Max Red Bartlett’ (MACCAGNANI *et al.*, 2003), ‘William’s’, ‘Kaiser’, ‘Passe Crassane’ e ‘Coscia’ (ANCARANI *et al.*, 2007) são correntemente utilizadas na Itália; e ‘Beurre d’Anjou’, ‘Beurre Hardy’ e ‘Packam’s Triumph’ são as polinizadoras de pereiras ‘Abate Fetel’ cultivadas na Argentina (BENÍTEZ, 2001; SENASA, 2013).

Em estudo realizado com pereiras ‘Abate Fetel’ cultivadas em Vacaria, o anelamento foi testado no início e na metade de novembro e dezembro, além da realização dessa prática em ambas as datas. Segundo Marafon (2008), todas as épocas de anelamento proporcionaram a obtenção de maior formação de gemas floríferas e de número médio de flores por inflorescência, independente da época em decorrência de serem realizadas durante o pleno crescimento da cultura.

O raleio de flores nesse mesmo município, através da eliminação de gemas, foi empregado com intensidade de desbaste de 50%, 70% e 80% das gemas florais de pereiras

‘Abate Fetel’ cultivadas na densidade de 10000 plantas ha<sup>-1</sup>. A redução de 80% das gemas florais garantiu uma maior porcentagem de frutificação efetiva e produção, alcançando o rendimento de mais de 60,00 t ha<sup>-1</sup> (RUFATO *et al.*, 2008).

Segundo Perazzolo (2008), as pereiras ‘Abate Fetel’ são aptas para plantios adensados e apresentam produção precoce quando enxertadas em marmeleiros ‘EMC’ e ‘Adams’. Todavia, essa cultivar não apresentou produção satisfatória quando enxertada sobre marmeleiros ‘Adams’ no espaçamento entre plantas de 1,0 m x 4,0 m (2500 plantas ha<sup>-1</sup>) e ‘EMC’ a 0,5 m x 4,0 m (5000 plantas ha<sup>-1</sup>) ou 0,3 m x 4,0 m (7500 plantas ha<sup>-1</sup>) em Urupema - SC (MACHADO, 2011; MACHADO *et al.*, 2012).

Os frutos desse genótipo são grandes, com massa aproximada de 270 g e apresentam conformação alongada, com 135 mm de altura e 65 mm de largura. O pedúnculo é pequeno, parcialmente carnoso na base e de espessura proeminente. A polpa é branca, fundente, succulenta, açucarada e aromática. As sementes viáveis são longas e, em média, apresentam 10 mm de comprimento e 4 mm de largura (BENÍTEZ, 2001; MACHADO *et al.*, 2012; SENASA, 2013).

A colheita pode ser iniciada quando os frutos atingem 11°Brix, acidez titulável de 2,5 g L<sup>-1</sup> a 3,0 g L<sup>-1</sup> de ácido málico e firmeza de polpa entre 54 N e 57 N. Seus frutos podem ser conservados por três a quatro meses em atmosfera refrigerada a -0,5°C. Dentre os problemas observados na conservação de frutos dessa cultivar, estão a desidratação do pedúnculo, degenerescência de polpa, injúria por CO<sub>2</sub>, escaldadura senescente e amadurecimento heterogêneo de frutos (BENÍTEZ, 2001; HENDGES & ESPÍNDOLA, 2012).

Em avaliação dos frutos de 11 cultivares de pereiras, realizada por consumidores da África do Sul, ‘Abate Fetel’ obteve uma das avaliações mais inferiores em relação ao aspecto visual pelo formato alongado e presença do distúrbio fisiológico *russeting*. No entanto, ‘Abate Fetel’ foi a cultivar preferida em sabor pelo maior índice da razão entre

sólidos solúveis e acidez titulável (STEYN *et al.*, 2011). Peras ‘Abate Fetel’ colhidas na Argentina apresentam aroma de frutas tropicais, segundo análise sensorial realizada com avaliadores locais (CALVO *et al.*, 2011).

#### 2.2.2.2 ‘Clapp’s Favourite’

‘Clapp’s Favourite’ é de origem americana, obtida a partir do cruzamento entre ‘Flemish Beauty’ x ‘William’s’ por Thaddeus Clapp em Dorchester, Massachussets (Estados Unidos), no ano de 1860. Assim como ‘Abate Fetel’, também tem sido recomendado o seu cultivo para as Zonas 3 e 4 do Estado do RS (WREGGE *et al.*, 2006).

As plantas são vigorosas, de média fertilidade e constância produtiva, frutificando preferencialmente sobre lamburdas (CAMPBELL, 2002; MACHADO *et al.*, 2012). Pertencem ao quarto grupo de hábito de frutificação, no qual cerca de 90% da produção ocorre em lamburdas sobre ramos velhos, os quais podem permanecer produtivos por muito tempo (MUSACCHI, 2007).

Floresce em época mediana em relação às demais pereiras (*Pyrus* spp.) e leva de 105 a 130 dias após a plena floração para completar o ciclo na Europa (WESTWOOD, 1993). Nos vales irrigados da Patagônia argentina, a floração ocorre do final de setembro ao início de outubro e os frutos atingem a maturação ao chegarem aos 98 dias de idade, sendo colhidos entre os últimos dias de dezembro e a primeira semana de janeiro (BENÍTEZ, 2001).

Apresenta ordem de abertura centrífuga das flores, em relação à posição ocupada na inflorescência segundo avaliações realizadas na Hungria (DIBUZ, 1998). As inflorescências de ‘Clapp’s Favourite’, em comparação às de ‘Packham’s Triumph’ e ‘William’s’ nas condições de Vacaria, RS, apresentaram a menor massa fresca e seca, elevada massa média de anteras frescas e reduzida produção de grãos de pólen por antera. Não foi detectada diferença estatística de germinação dos grãos de pólen entre as três

cultivares, no entanto apresentou a menor porcentagem, pouco superior a 20% (RUFATO *et al.*, 2012). Segundo Machado *et al.* (2012), ao contrário, os grãos de pólen de ‘Clapp’s Favourite’ apresentam boa germinação.

‘Clapp’s Favourite’ possui muito baixa tendência à ocorrência de partenocarpia (NYÉKI *et al.*, 1994). Possui os alelos para autoincompatibilidade  $S_dS_e$  pela antiga denominação (TAKASAKI-YASUDA *et al.*, 2008) ou  $S_{101}S_{108}$  pela nomenclatura em vigor (GOLDWAY *et al.*, 2009).

Para o sistema de plantio em condições do Sul do Brasil, foi indicado o uso da polinizadora ‘Abate Fetel’ ou de ‘Forelle’ (LUZ *et al.*, 2012a). ‘Packham’s Triumph’, que também apresenta ciclo mediano, tem sido utilizada como polinizadora em pomares de ‘Clapp’s Favourite’ cultivados na Austrália (CAMPBELL, 2002). ‘William’s’, ‘Max Red Bartlett’, ‘Comice’, ‘Conference’ e diversas ‘Beurre’ são as cultivares polinizadoras empregadas para produção de ‘Clapp’s Favourite’ na Argentina (BENÍTEZ, 2001; SENASA, 2013).

Pereiras ‘Clapp’s Favourite’ não apresentaram produção satisfatória (MACHADO, 2011; MACHADO *et al.*, 2012), quando enxertadas sobre marmeleiros em Urupema. Foram utilizados os marmeleiros ‘EMA’ no espaçamento entre plantas de 1,0 m x 4,0 m (2500 plantas ha<sup>-1</sup>) e ‘EMC’ a 0,5 m x 4,0 m (5000 plantas ha<sup>-1</sup>) ou 0,3 m x 4,0 m (7500 plantas ha<sup>-1</sup>).

A principal vantagem de cultivo da pereira europeia ‘Clapp’s Favourite’ é a sua precocidade produtiva. A colheita, para as condições de São Francisco de Paula, ocorre na primeira quinzena de janeiro, época em que o mercado nacional está totalmente desabastecido de peras, podendo alcançar preços elevados. Entretanto, os frutos apresentam acentuada queda em pré-colheita e baixa resistência em pós-colheita, ocasionada por apresentar polpa com granulometria fina e de pouca consistência, o que reduz o tempo de conservação (PERAZZOLO, 2008).

Em virtude da produção precoce de frutos de qualidade com epiderme avermelhada e da resistência ao fungo *Fabraea maculata* (Lév.) G. F. Atk. (anamorfo *Entomosporium mespili* (DC.) Sacc.), agente causal da entomosporiose, essa cultivar tem sido utilizada em programas mundiais de melhoramento de cultivares copa. O seu uso tem sido realizado especialmente onde a cultura da pereira apresenta relevância dentre as frutíferas cultivadas, caso da Romênia (BRANIȘTE *et al.*, 2008), Estados Unidos (BREWER & PALMER, 2011) e Alemanha (FISCHER, 2009).

‘Clapp’s Favourite’ também tem sido empregada na Alemanha como fonte de precocidade e para desenvolver cultivares de porta-enxerto pela facilidade de multiplicação em hibridização com *P. longipes* Coss e Durieu (FISCHER, 2009). Dentro de um macroprogama multiinstitucional de melhoramento genético e de seleção de cultivares de pereiras no Brasil, ‘Clapp’s Favourite’ vem sendo avaliada no Rio Grande do Sul (Pelotas, Vacaria e Veranópolis) e Santa Catarina (Caçador e Lages) desde 2009 (OLIVEIRA *et al.*, 2011).

Os frutos apresentam de 170 g a 175 g de massa média, 79 mm de altura e 65 mm de calibre. O pedúnculo é mediano em comprimento e largura, carnoso e está inserido obliquamente no fruto. A epiderme é bastante lisa, com coloração verde claro a amarelo limão e uma face avermelhada com lenticelas evidentes. A polpa é branco-amarelada, fundente, muito suculenta e de acentuado sabor, com baixa acidez titulável e boa qualidade organoléptica. As sementes viáveis são longas, em média, com 9 mm de comprimento e 5 mm de largura (BENÍTEZ, 2001; MACHADO *et al.*, 2012; SENASA, 2013).

O ponto de colheita dos frutos corresponde a 10°Brix e firmeza de polpa entre 64 N e 74 N. Nessas condições, podem ser conservados de 30 até 50 dias de armazenamento em virtude de questões ligadas à degenerescência interna de polpa, porém por ser uma cultivar precoce apresenta rápida comercialização de seus frutos (BENÍTEZ, 2001).

### 2.2.2.3 ‘Packham’s Triumph’

‘Packham’s Triumph’, cultivar obtida em 1896 por Charles Packham em Nova Gales, Austrália, através do cruzamento entre ‘Uvedales Saint Germain’ x ‘William’s’, foi introduzida nos Estados Unidos em 1945 e na França em 1946. Consiste em umas das cultivares mais antigas plantadas no Brasil e corresponde à segunda cultivar em importância comercial na Argentina (BENÍTEZ, 2001; FAORO, 2001a; CAMPBELL, 2002; MACHADO *et al.*, 2012).

Conforme o zoneamento agroclimático da cultura da pereira para o Estado do RS (WREGGE *et al.*, 2006), ‘Packham’s Triumph’ está apta ao plantio em todas as regiões recomendadas para *Pyrus* spp.. Estas áreas abrangem as Zonas 1, 2, 3 e 4 que correspondem a, respectivamente, Metade Sul, Serra do Nordeste e Planalto Superior e região com mais de 1000 m de altitude.

Tem sido a cultivar que tem apresentado a maior e mais estável produtividade no decorrer dos últimos anos em cultivo no Sul do Brasil. Possui grande facilidade de formação de gemas florais nos meristemas terminais dos ramos do ano, as quais formam os frutos de melhor qualidade e tamanho (PERAZZOLO, 2008) e foi caracterizada, como em ‘Abate Fetel’, como pertencente ao segundo grupo de hábito de frutificação (MUSACCHI, 2007; BRIGHENTI, 2011). Contudo, um fator limitante para a cultivar é a ocorrência de perdas significativas por abortamento de gemas florais (PERAZZOLO, 2008).

Em avaliações realizadas em Eldorado do Sul, Vacaria, RS, e em Caçador e São Joaquim, SC, foram obtidos índices de abortamento das gemas de, respectivamente 39%, 47%, 58% e 50%. A baixa massa de gemas de ‘Packham’s Triumph’ produzidas em São Joaquim foi um dos fatores que contribuiu para a necrose dos primórdios florais, relacionado ao desfolhamento precoce, às reduzidas precipitações outonais e aos possíveis danos ocasionados por *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* van Hall. (MARODIN, 1998).

Conforme Embrapa (2007), as plantas são vigorosas e muito produtivas, porém suscetíveis à entomosporiose e à sarna da pereira (*Venturia pirina* Aderh.). Pereiras ‘Packham’s Triumph’ necessitam do somatório de 750 HF para estável repouso hibernar e superação uniforme da dormência (KRETZSCHMAR, 2011).

Florescem em época intermediária, comparativamente à *Pyrus* spp., entre a última semana de setembro e meados de outubro e amadurecem na segunda quinzena de fevereiro no Brasil (EMBRAPA, 2007). Na Argentina florescem cedo, de 18 a 22 de setembro, sendo dada atenção especial à escolha das cultivares polinizadoras para que haja coincidência de floração (BENÍTEZ, 2001). Levam de 150 a 165 dias após a plena floração para completar o ciclo na Europa (WESTWOOD, 1993), enquanto que na Argentina este período compreende 138 dias (BENÍTEZ, 2001).

A diferenciação dos primórdios florais contidos nas lamburdas de ‘Packham’s Triumph’ ocorre no final de janeiro, independente das pereiras serem cultivadas em Pelotas ou Vacaria. Em ambas as condições, a diferenciação dos primórdios florais dos meristemas terminais das brindilas coroadas de ‘Packham’s Triumph’ ocorre no início de fevereiro. Em meados de março, durante o desenvolvimento dos primórdios florais, a presença dos primórdios carpelares já pode ser detectada nas lamburdas de ‘Packham’s Triumph’ nos dois municípios (MARAFON *et al.*, 2007).

‘Packham’s Triumph’ apresenta baixa tendência à ocorrência de partenocarpia (NYÉKI *et al.*, 1994). Possui os alelos para autoincompatibilidade  $S_e S_k$  pela nomenclatura anterior (TAKASAKI-YASUDA *et al.*, 2008) ou  $S_{101} S_{103}$  pela denominação empregada atualmente (GOLDWAY *et al.*, 2009).

‘Max Red Bartlett’, ‘Winter Nelis’ (LUZ *et al.*, 2012a) e ‘William’s’ (EMBRAPA, 2007) têm sido recomendadas como cultivares polinizadoras para cultivo de pereiras ‘Packham’s Triumph’ nas condições do Sul do Brasil. As pereiras ‘Josephine’, ‘Nijisseiki’ e ‘Howell’ apresentam ciclo mediano e têm sido utilizadas como polinizadoras em

pomares de ‘Packham’s Triumph’ cultivados na Austrália (CAMPBELL, 2002). Na Argentina, ‘Beurre d’Anjou’ e ‘Abate Fetel’ são as principais cultivares polinizadoras implantadas (BENÍTEZ, 2001; SENASA, 2013).

Rufato *et al.* (2011a) confrontaram o uso de polinização aberta em pomares de ‘Packham’s Triumph’ em Vacaria (RS) com a autopolinização e o cruzamento direcionado com ‘Clapp’s Favourite’ mediante a emasculação, polinização e o ensacamento das flores. A polinização aberta e o cruzamento com ‘Clapp’s Favourite’ proporcionaram maior frutificação efetiva de, respectivamente, 17% e 18%, enquanto que em autopolinização a frutificação efetiva foi de 10%. O peso e diâmetro dos frutos não diferiram entre os tratamentos. Contudo, a polinização aberta teve a maior formação de sementes viáveis por fruto (8,2 sementes viáveis), sendo que a autopolinização propiciou mais elevada formação de sementes viáveis em ‘Packham’s Triumph’ (3,3 sementes viáveis) do que o seu cruzamento com ‘Clapp’s Favourite’ (2,3 sementes viáveis).

‘Packham’s Triumph’ possui a capacidade de frutificar com poucas sementes viáveis. No entanto, a deficiência de sementes viáveis, a carga excessiva de frutos, a má qualidade das gemas florais e o crescimento vigoroso das feminelas brotadas dos dardos foram apontados como os principais fatores regulatórios da queda dos frutinhas aos 40 DAPF na Espanha (SALAYA, 2000).

Apresenta inconstância produtiva quando combinada com porta-enxertos vigorosos, a qual não é observada quando enxertada nos porta-enxertos menos vigorosos, caso dos marmeleiros (PERAZZOLO, 2008). Apresentou alto potencial produtivo quando cultivada sobre marmeleiro ‘Adams’ em espaçamento entre plantas de 1,0 m x 4,0 m (2500 plantas ha<sup>-1</sup>) no município de Urupema, porém quando enxertada sobre o marmeleiro ‘EMA’ no mesmo espaçamento ou em sistemas mais adensados sobre ‘Adams’ (5000 plantas ha<sup>-1</sup> em espaçamento de 0,5 m x 4,0 m) e ‘EMC’ (7500 plantas ha<sup>-1</sup> em espaçamento de 0,3 m x 0,4 m) não obteve produção satisfatória (MACHADO, 2011; MACHADO *et al.*, 2012).

O formato dos frutos é piriforme e apresenta contorno irregular. A epiderme é delgada, de cor amarelo-esverdeada, com *russeting* de intensidade média (EMBRAPA, 2007). Segundo Perazzolo (2008), um dos maiores problemas observados no cultivo das pereiras ‘Packham’s Triumph’ no Sul do Brasil é a ocorrência acentuada de *russeting*, que deprecia a epiderme e desvaloriza o produto no momento da comercialização.

Os frutos são grandes, com massa média de 270 g, 95 mm de altura e 75 mm de calibre. O pedúnculo, que fica inserido verticalmente sobre uma pequena cavidade, é longo, lenhoso e apresenta espessura média. A polpa é branco-cremosa, consistente, levemente ácida e doce. As sementes viáveis são longas e apresentam, em média, 11 mm de comprimento e 6 mm de largura (BENÍTEZ, 2001; MACHADO *et al.*, 2012; SENASA, 2013).

Peras ‘Packham’s Triumph’ são bastante resistentes ao manuseio. O ponto de colheita recomendado é quando os frutos apresentam firmeza de 68 a 78 N, teor de sólidos solúveis de 10°Brix a 11°Brix e acidez titulável de 3,5 g L<sup>-1</sup> a 4,0 g L<sup>-1</sup> de ácido málico. Em armazenamento refrigerado a -1,0°C, seus frutos mantêm a qualidade por até sete meses. Apresentam suscetibilidade à escaldadura de superfície e à desidratação do pedúnculo (BENÍTEZ, 2001; HENDGES & ESPÍNDOLA, 2012).

Em estudo realizado sobre a preferência sensorial dos consumidores na África do Sul em relação às peras produzidas por onze cultivares, ‘Packham’s Triumph’ liderou a preferência quanto aos quesitos de teor de sólidos solúveis e acidez titulável (STEYN *et al.*, 2011). Quando os frutos de ‘Packham’s Triumph’ foram colhidos em época inadequada, consumidores argentinos relataram pouca doçura e elevada firmeza em análise sensorial, mas mesmo assim o aroma composto por notas florais já era perceptível (CALVO *et al.*, 2011).

#### 2.2.2.4 'Rocha'

A pereira 'Rocha', oriunda do pomar do agricultor Pedro Antônio Rocha, surgiu em Portugal no ano de 1836. Pelas características da cultivar, relacionadas à reduzida queda pré-colheita, excelente resistência ao manuseio e alta durabilidade de armazenamento dos frutos, segue sendo intensamente cultivada no país de origem, especialmente na região litorânea Oeste, próxima ao oceano Atlântico (SOUSA, 2010).

É uma cultivar relativamente nova no Brasil e, por ser desconhecido o manejo adequado para essas condições edafoclimáticas de plantio, tem apresentado baixa produtividade. Possui grande aceitação no mercado de São Paulo (SP) e Curitiba (PR), locais que normalmente importam grande quantidade dessa pera, cerca de 8000 toneladas. Isso representa 10% do volume de peras importadas pelo Brasil (PERAZZOLO, 2008).

'Rocha', assim como 'Packham's Triumph', também está apta ao plantio em todas as regiões recomendadas para *Pyrus* spp. pelo zoneamento agroclimático da cultura da pereira para o RS (WREGGE *et al.*, 2006). Estas áreas são compostas pela Metade Sul, Serra do Nordeste e Planalto Superior e municípios acima de 1000 m de altitude no Estado.

Necessita de 750 a 900 HF para adequada superação de dormência (KRETZSCHMAR, 2011; BRIGHENTI, 2012). Apresenta médio vigor de desenvolvimento e produz em esporões e brindilas coroadas (EMBRAPA, 2007; SOUSA, 2010). As flores da pereira 'Rocha' são medianas e, geralmente, presentes em número de 7,11 por inflorescência. Apresentam, em média, cinco estigmas e 15,92 anteras quando cultivadas em Portugal (SOUSA, 2010).

Possui os alelos  $S_aS_e$  para autoincompatibilidade, segundo nomenclatura inicialmente empregada (TAKASAKI-YASUDA *et al.*, 2008), ou  $S_{101}S_{105}$ , conforme denominação atualmente utilizada (SANZOL, 2009b; GOLDWAY *et al.*, 2009). Para o cultivo no Sul do Brasil, tem sido recomendado o uso de 'Packham's Triumph' como polinizadora de 'Rocha' (EMBRAPA, 2007).

A floração de ‘Rocha’, em média, inicia em 30 de março, a plena floração ocorre em 10 de abril e o final da queda das pétalas ocorre em 23 de abril nos pomares cultivados em Portugal, necessitando de 135 a 140 dias após a plena floração para atingir o ponto de colheita (SOUSA, 2010; ANP, 2013). São implantadas duas cultivares polinizadoras ao longo das fileiras de plantas, com distanciamento máximo de 25 metros da cultivar receptora. A escolha das cultivares polinizadoras ocorre de acordo com a data da floração da pereira ‘Rocha’, sendo necessário que uma apresente a sua plena floração coincidente com o início da floração da pereira ‘Rocha’ – caso das pereiras ‘Carapinheira’, ‘Beurre d’Avril’ e ‘Tosca’ – e a outra necessita ter a plena floração durante o final da plena floração de pereiras ‘Rocha’, como ocorre com as pereiras ‘Angelys’ e ‘Carmen’ naquelas condições (SOUSA, 2010).

As pereiras ‘Beurre Precoce Morettini’, ‘Decana du Comice’, ‘Passe Crassane’, ‘Clapp’s Favourite’, ‘General Leclercq’, ‘Beurre d’Avril’, ‘Coscia’, ‘Tosca’, ‘Carapinheira’, ‘Amêndoa’ e ‘Água’ são compatíveis com ‘Rocha’, segundo experimento realizado a campo em Portugal. A porcentagem de tubos polínicos que chegaram à base do estilete foi de 61% a 96% segundo análise laboratorial, variando em número bruto entre 4,1 e 8,9 tubos polínicos por flor. A combinação entre os genótipos *S* que compartilhavam um alelo em comum (parcialmente compatíveis) ou dois alelos diferentes (totalmente compatíveis) foram indistinguíveis em termos de crescimento do tubo polínico no estilete da flor, bem como não foram detectadas diferenças na frutificação efetiva das pereiras ‘Rocha’ (SILVA *et al.*, 2008b).

O tubo polínico de ‘Passe Crassane’, cultivar compatível, realizou a fertilização após três dias da polinização cruzada realizada em pereiras ‘Rocha’ cultivadas em Portugal. Mediante a autopolinização das flores de pereiras ‘Rocha’, no mesmo período, o tubo polínico atingiu predominantemente apenas dois terços do comprimento do estilete. Somente alguns tubos polínicos chegaram aos rudimentos seminais das flores analisadas

depois de oito dias da autopolinização, porém sem ocasionar a fertilização, ocorrendo a degeneração dos nucelos ou a formação de sementes inviáveis (MEDEIRA & MAIA, 2008).

‘Rocha’ tem se mostrado promissora nas condições de Urupema (SC), região de altitude, quando enxertada em marmeleiro ‘EMC’, a 0,5 m x 4,0 m (5000 plantas ha<sup>-1</sup>). Com o uso do marmeleiro ‘Adams’ no espaçamento entre plantas de 1,0 m x 4,0 m (2500 plantas ha<sup>-1</sup>) ou em ‘EMC’ e ‘Adams’ em sistema de plantio mais adensado, a 0,3 m x 4,0 m (7500 plantas ha<sup>-1</sup>), entretanto, não tem proporcionado produtividade satisfatória. Com baixa densidade em cultivo sobre ‘Adams’, ‘Rocha’ produz grande quantidade de frutos por planta, entretanto a produtividade é reduzida pelo pequeno número de plantas por área; quando enxertada em ‘EMC’ ou ‘Adams’ em elevada densidade de plantio, a produção por planta reduz em 54% quando comparada ao uso de ‘EMC’ como porta-enxerto em densidade intermediária de plantio (MACHADO, 2011; MACHADO *et al.*, 2012).

O fruto apresenta formato variável entre redondo-ovalado, redondo-piriforme e, principalmente, oblongo piriforme-ovalado. Exibe, em média, 130 g de massa, comprimento de 82,37 mm e pequeno calibre, de 64,20 mm, cuja conformação é ligeiramente assimétrica. O pedúnculo é lenhoso, pouco flexível, de tamanho e espessura medianos em relação às demais cultivares (SOUSA, 2010; ANP, 2013).

A coloração da epiderme dos frutos é verde-amarelada, com *russeting* típico em torno do pedúnculo e menos acentuado na extremidade oposta, com suaves pontuações dispersas pela superfície do fruto. A polpa é branco-amarelada, granulosa, de sabor doce e perfume ligeiramente acentuado. A consistência pode variar entre macia-crocante, quando submetida à maturação forçada, e macia-fundente com o avanço da maturação fisiológica (EMBRAPA, 2007; MACHADO *et al.*, 2012).

Os valores de firmeza de polpa indicados para a colheita variam de 54 N a 64 N, com valores médios do teor de sólidos solúveis de 12°Brix e acidez titulável de 2,0 g L<sup>-1</sup> a 3,0 g L<sup>-1</sup> de ácido málico. Os índices ideais para o consumo são firmeza de polpa de 20 N a 30 N e teor mínimo de 13°Brix de sólidos solúveis. Os frutos podem ser conservados por quatro meses em armazenamento com atmosfera refrigerada, com temperaturas entre 0°C e 1°C, enquanto que em atmosfera controlada permanecem adequados ao consumo por até oito meses (HENDGES & ESPÍNDOLA, 2012).

#### **2.2.2.5 ‘Santa Maria’**

Cultivar obtida por Morettini na Itália, através do cruzamento entre ‘William’s’ x ‘Coscia’, ‘Santa Maria’ foi difundida a partir do ano de 1951 (MACHADO *et al.*, 2012). Recebe a denominação de ‘Santa Maria Morettini’ em seu país de origem, onde exibe grande representatividade de área cultivada, sendo amplamente difundida na Emília-Romana (BELLINI & NATARELLI, 2007).

Consiste na cultivar de maior importância na Turquia, juntamente com ‘Ankara’ e seu progenitor ‘Coscia’ (SANTOS, 2011). Tem sido utilizada na Romênia em programas de melhoramento de cultivares copa com enfoque na produção de frutos destinados ao processamento (BRANIȘTE *et al.*, 2008).

Foi relatada como uma das cultivares de floração tardia no RS, sendo recomendado o seu cultivo para locais em que ocorram geadas tardias com o intuito de evitar que esse fenômeno climático venha a prejudicar a produção. No zoneamento agroclimático foi enquadrada como apta ao plantio apenas na Zona 4, que apresenta o maior somatório de Horas de Frio devido à maior altitude, acima de 1000 m, abrangendo parte dos municípios de São José dos Ausentes e de Bom Jesus (WREGGE *et al.*, 2006).

Conforme Musacchi (2007), ‘Santa Maria’ pertence ao primeiro grupo de hábito de frutificação das pereiras, em que as florações ocorrem em brindilas, ramos de um ano,

especialmente nas árvores jovens. Com o passar do tempo, passa a produzir também em lamburdas, ramos de mais idade, e que correspondem a 30% do local de frutificação. A poda deve ser executada com cortes de desbaste de ramos de um ano, e não de encurtamento, para evitar a remoção das gemas florais.

A sequência de abertura das flores, em relação à disposição ocupada nas inflorescências, ocorre de modo centrífugo segundo relato realizado por Dibuz (1998) na Hungria. ‘Santa Maria’ possui os alelos para autoincompatibilidade  $S_k S_l$  conforme denominação anteriormente utilizada (TAKASAKI-YASUDA *et al.*, 2008) ou  $S_{102} S_{103}$  pela nomenclatura em vigor (GOLDWAY *et al.*, 2009).

Tem sido recomendado como genótipos polinizadores ‘Abate Fetel’, ‘Coscia’ e ‘William’s’ na Itália (ANCARANI *et al.*, 2007) e ‘Packham’s Triumph’ para a região Sul do Brasil (LUZ *et al.*, 2012a). Naquelas condições, ‘Santa Maria’ apresenta ciclo precoce, plena floração na primeira metade de abril, podendo atrasar o seu início de sete a 14 dias e prejudicar a produção pela ausência de polinizadoras com floração concomitante, ocasionando variações na data da colheita, que ocorre entre o terço final do mês de julho e o início de agosto (DETTORI *et al.*, 1999; BELLINI & NATARELLI, 2007).

Pereiras ‘Santa Maria’ produziram grãos de pólen com maior índice de germinação (25%) do que ‘Clapp’s Favourite’, ‘William’s’ e ‘Packham’s Triumph’ cultivadas em Vacaria durante a florada de 2009/2010. No entanto, ‘William’s’ produziu maior quantidade de grãos de pólen por antera do que as demais cultivares (FRANCO *et al.*, 2009).

Apontada como uma das cultivares de melhor potencial para o plantio na região Sul do Brasil, apresentou produção crescente ao longo de cinco anos de observação em São Francisco de Paula (PERAZZOLO, 2008). Também exibiu produção satisfatória em Urupema ao ser conduzida em líder central, enxertada sobre marmeleiro ‘Adams’ e cultivada em espaçamento entre plantas de 1,0 m x 4,0 m (2500 plantas ha<sup>-1</sup>) ou 0,3 m x

4,0 m (7500 plantas ha<sup>-1</sup>). Em maior densidade, ‘Santa Maria’ apresentou um bom desenvolvimento inicial, vigor intermediário, precocidade de produção e alto potencial produtivo, com estimativa de produtividade média de 20,00 t ha<sup>-1</sup> (MACHADO, 2011; MACHADO *et al.*, 2012).

A epiderme do fruto é extremamente lisa e de coloração verde, o que a torna muito interessante para o mercado interno que aprecia essas características. Atinge o ponto de colheita bastante precocemente com o uso de porta-enxertos menos vigorosos e apresenta vida de prateleira elevada, podendo ser armazenado em câmara frigorífica por até três meses (PERAZZOLO, 2008).

Os frutos apresentam formato piriforme, massa média de 255 g, 100 mm de comprimento e 83 mm de largura. O pedúnculo é longo, lenhoso, de espessura média e fica inserido verticalmente sobre uma pequena cavidade. A polpa é branca, fundente e muito fina. As sementes viáveis são longas, com 10 mm de comprimento e 5 mm de largura em média (MACHADO *et al.*, 2012).

Os índices de maturação e parâmetros a serem considerados para a realização da colheita de ‘Santa Maria’ são firmeza de polpa de 49 N a 54 N, teor de sólidos solúveis superior a 12°Brix (ITALIA, 2013) e ácido málico de 4,0 g L<sup>-1</sup> a 5,0 g L<sup>-1</sup> (OZTURK *et al.*, 2009). Os frutos podem ser armazenados por até dois meses em atmosfera refrigerada a -1,0°C (ITALIA, 2013).

#### **2.2.2.6 ‘William’s’**

‘William’s’ deriva de uma planta identificada por Aldremaston em 1796 na Inglaterra. Em 1799, foi difundida nos Estados Unidos (CAMPBELL, 2002; MACHADO *et al.*, 2012), onde é a cultivar mais produzida para consumo *in natura* e processamento. Como a industrialização dos frutos está em declínio nos Estados Unidos, outras cultivares estão sendo visadas para expansão no território americano (BREWER & PALMER, 2011),

enquanto que na Argentina segue como a cultivar mais plantada, respondendo por 35% da produção de peras (BENÍTEZ, 2001).

Plantada no mundo inteiro, consiste na cultivar mais consumida no Brasil. Bastante precoce em relação à sua entrada em produção, não apresenta alternância de produção e é considerada produtiva. Contudo, em alguns anos, o abortamento de gemas florais compromete drasticamente a produção (PERAZZOLO, 2008). Apresenta médio vigor, crescimento ereto e moderada resistência à entomosporiose (EMBRAPA, 2007).

Assim como ‘Santa Maria’, pertence ao primeiro grupo de hábito de frutificação das pereiras, no qual as pereiras apresentam as primeiras florações em brindilas e posteriormente passa a frutificar também em lamburdas (MUSACCHI, 2007). Para condição satisfatória de acúmulo de frio por pereiras ‘William’s’, são necessárias de 900 a 1000 HF (BRIGHENTI, 2012).

‘William’s’ floresce em meados de outubro no Brasil e completa o ciclo na primeira quinzena de fevereiro (EMBRAPA, 2007). Conforme registros fenológicos realizados durante 35 anos no norte da Patagônia argentina, floresce entre o final de setembro e o início de outubro, com data média de 26 de setembro, que pode variar entre os dias 16 de setembro e cinco de outubro (BENÍTEZ, 2001).

A duração de ciclo é intermediária em relação à *Pyrus* spp., levando de 115 a 135 dias após a plena floração para completá-lo na Europa (WESTWOOD, 1993). O desenvolvimento dos frutos necessita de 106 dias nas condições da Patagônia argentina, o que ocorre por volta de 10 de janeiro (BENÍTEZ, 2001).

Apresenta sequência de abertura centrípeta variante das flores em relação à posição ocupada na inflorescência de pereiras em cultivo na Hungria. Nesse grupo, a primeira flor a abrir não ocupa a posição mais inferior na raque da inflorescência, mas está disposta na segunda posição mais basal (DIBUZ, 1998).

Possui muito baixa tendência à ocorrência de partenocarpia, conforme observações de Nyéki *et al.* (1994). Tem os alelos para autoincompatibilidade  $S_eS_l$  pela antiga denominação (TAKASAKI-YASUDA *et al.*, 2008) ou  $S_{101}S_{102}$  pela nomenclatura em vigor (GOLDWAY *et al.*, 2009).

Para pomares de pereiras ‘William’s’ cultivados na região Sul do Brasil, tem sido recomendado o plantio de ‘Packham’s Triumph’ como cultivar polinizadora (LUZ *et al.*, 2012a). Segundo Wrege *et al.* (2006), no entanto, nas regiões de maior altitude, a época de floração da cultivar ‘Packham’s Triumph’ não coincide com a de ‘William’s’, pois esta última floresce mais tarde.

Utilizam ‘Aurora’, ‘Beurre Bosc’ e ‘Beurre d’Anjou’, cultivares que também apresentam ciclo tardio, como polinizadoras nos pomares de ‘William’s’ cultivados na Austrália (CAMPBELL, 2002). Na Itália, são empregadas as pereiras ‘Conference’, ‘Kaiser’, ‘Decana du Comice’ e ‘Passe Crassane’ com a mesma finalidade (ANCARANI *et al.*, 2007), enquanto que na Argentina dão preferência à ‘Beurre Bosc’, ‘Beurre Giffard’, ‘Clapp’s Favourite’, ‘Comice’ e ‘Conference’ (BENÍTEZ, 2001).

‘William’s’ possui a tendência natural de frutificar sem sementes viáveis em determinados anos. A presença numerosa de sementes viáveis acaba interferindo na produção do ano seguinte por bloquear a diferenciação dos primórdios florais e afetar, conseqüentemente, a produção da safra seguinte. Conforme Salaya (2000), a obtenção de produções equilibradas depende de um balanço entre a emissão de folhas e de sementes viáveis formadas nos frutos dessa cultivar.

Apresenta incompatibilidade de enxertia com marmeleiro, devendo ser combinado com marmeleiro vigoroso ou utilizado um interenxerto compatível (PERAZZOLO, 2008). No entanto, o cultivo de pereiras ‘William’s’ enxertadas sobre marmeleiros ‘EMC’, em espaçamento entre plantas de 0,5 m x 4,0 m (5.000 plantas ha<sup>-1</sup>), não apresentou produção satisfatória em Urupema (MACHADO, 2011; MACHADO *et al.*, 2012).

Seus frutos são piriformes, de tamanho intermediário a grande, com massa média de 230 g a 235 g, comprimento de 105 mm e 65 mm de largura. O pedúnculo apresenta comprimento e espessura medianos, consistência parcialmente lenhosa e inserção oblíqua sobre o fruto. A epiderme varia de verde a amarela, podendo apresentar tonalidade avermelhada na face exposta ao sol com lenticelas evidentes, sendo geralmente fina e lisa de excelente qualidade. A polpa é branco-cremosa, de textura fina, suculenta, doce e aromática. As sementes viáveis apresentam comprimento de 9 mm e largura de 5 mm (BENÍTEZ, 2001; EMBRAPA, 2007; MACHADO *et al.*, 2012; SENASA, 2013).

A colheita é recomendada quando os frutos dessa cultivar atingem firmeza de polpa de 88 N a 93 N, teor de sólidos solúveis superior a 10°Brix e ácido málico de 3,0 g L<sup>-1</sup> a 4,0 g L<sup>-1</sup>. Dependendo do momento de colheita, os frutos podem ser armazenados por até quatro meses em atmosfera refrigerada, em condição térmica de -1,0°C. O armazenamento inadequado pode proporcionar a aparência de frutos maduros, sem, contudo, que apresentem as características ideais para o consumo (BENÍTEZ, 2001; HENDGES & ESPÍNDOLA, 2012).

Tem havido dificuldade de determinação do ponto de colheita adequado na prática. A pera ‘William’s’ colhida muito verde passa por um processo de desidratação e murcha em câmara frigorífica. Se colhida um pouco mais madura, a sua conservação é reduzida drasticamente e a vida de prateleira do fruto se torna curta, causando sérios problemas de descarte para o produtor ou embalador (PERAZZOLO, 2008).

Segundo Raffo *et al.* (2011), as peras ‘William’s’ logo após a colheita apresentam pouca intensidade de sabor, baixa suculência e elevada firmeza de polpa. Após 60 dias de armazenamento em câmara frigorífica a 0°C, apresentam a máxima qualidade sensorial se submetidas durante três dias a 20°C. Após o quinto dia a 20°C inicia a perda de firmeza e a manifestação de aromas defeituosos pelo início do processo fermentativo.

Em análise sensorial realizada com consumidores argentinos, ‘William’s’ se destacou pela maior suculência dos frutos em relação aos frutos de outras cinco cultivares de pereiras avaliadas. ‘Abate Fetel’ e ‘William’s’ apresentaram padrão aromático similar, porém ‘William’s’ demonstrou um aroma mais intenso por lembrar notas de frutas tropicais (CALVO *et al.*, 2011).

### **2.2.3 Falta de adaptação da pereira europeia**

A temperatura é o principal fator que controla a entrada e a saída da dormência, repouso hibernar típico das espécies oriundas de regiões temperadas. Quando as pereiras europeias são estabelecidas em regiões com invernos amenos ou quentes, estas plantas podem apresentar períodos estendidos de brotação, floração e crescimento vegetativo em relação às cultivadas em locais onde ocorrem adequadas Horas de Frio para a superação de dormência (DUSSI, 2010).

De um modo geral, as pereiras europeias necessitam entre 1.200 e 1.800 HF durante a dormência para induzir a uma brotação e produção uniformes (EMBRAPA, 2007). A maioria das cultivares de pereiras plantadas e desenvolvidas no Brasil necessita de 300 a 1100 HF nos meses de maio a setembro (BRIGHENTI, 2012). As pereiras europeias, que são as mais exigentes no acúmulo de Horas de Frio, são cultivadas, principalmente, no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina (FAORO & ORTH, 2010), regiões de maior ocorrência de baixas temperaturas.

O zoneamento agrícola para o cultivo de pereiras no Brasil leva em consideração o déficit hídrico para a recomendação da época de plantio. A indicação de implantação dos pomares são os meses de julho a agosto nos Estados do RS, SC, PR e SP (BRASIL, 2011a; BRASIL, 2011b; BRASIL, 2011c; BRASIL, 2011d).

A ocorrência de Horas de Frio acumuladas nos meses de maio a setembro, conforme trabalho de Wrege *et al.* (2006) no Rio Grande do Sul, foram utilizadas para

delimitar as regiões deste Estado em aptas ao cultivo de pereiras ditas com baixa ( $> 400$  e  $< 700$  HF) e alta ( $\geq 700$  HF) exigência em Horas de Frio. Em Santa Catarina, foram demarcadas regiões aptas ao cultivo das pereiras asiáticas, que apresentam menor exigência em frio ( $> 400$  HF) e outra para o plantio de pereiras europeias ( $> 700$  HF). Também foram definidas as regiões de plantio no Paraná conforme as categorias de cultivares de baixa ( $>150$  e  $\leq 300$  HF) e alta exigência ( $>300$  e  $\leq 500$  HF) em frio. O Estado de SP foi limitado em apenas uma região, com acúmulo superior a 50 HF, indicada ao cultivo de pereiras com baixa exigência em acúmulo de frio (BRASIL, 2011a; BRASIL, 2011b; BRASIL, 2011c; BRASIL, 2011d).

As cultivares de pereiras de alta qualidade, além de serem originárias de regiões de clima frio, foram selecionadas para essas condições. Quando a cultura da pereira é introduzida em regiões onde as necessidades de frio hibernais não são satisfeitas e ocorrem flutuações térmicas diárias, os processos bioquímicos e fisiológicos são alterados nesses genótipos. A frutificação das pereiras é desfavorecida, pois além da brotação desuniforme, ocorre menor formação de gemas florais e a redução do número de primórdios florais diferenciados em cada gema (FAORO, 2002).

O calor outonal, como fator controlado experimentalmente em casa de vegetação, atrasa a ocorrência de florações de pereiras europeias na primavera subsequente, especialmente nas cultivares precoces. ‘Conference’, quando submetida ao calor outonal, emitiu flores mais tardiamente do que as pereiras ‘Concord’ e ‘Comice’ sem o efeito térmico. No ciclo avaliado, a brotação tardia das pereiras ‘Conference’ sob o efeito de calor outonal não coincidiu com a ocorrência de geada primaveril, evitando a perda de produtividade daquela safra, quando comparadas às pereiras sem o efeito térmico (ATKINSON *et al.*, 1997).

A base da gema é um importante local de reserva para a emissão de brotações ao término da dormência, pois fornecem os açúcares solúveis sorbitol e sacarose na fase que

antecede a brotação, a fim de desenvolver as estruturas florais. Foi observado que ‘Housui’ apresenta menor quantidade de açúcares solúveis totais nas gemas florais do que o híbrido ‘Kieffer’ em setembro. Possivelmente esses açúcares solúveis sejam translocados em função das flutuações térmicas ocorridas durante o inverno ameno de Pelotas, ocorrendo o maior esgotamento das reservas de ‘Housui’, ao contrário de ‘Kieffer’ que é uma cultivar melhor adaptada às condições climáticas locais (RODRIGUES *et al.*, 2006).

As florações de pereiras cultivadas no Sul do Brasil, independente da quantidade de flores, tem resultado em reduzida frutificação efetiva. A baixa formação de flores em pomares comerciais vem sendo atribuída ao excesso de vigor das plantas, enquanto que naqueles que produzem alta quantidade de flores são observados problemas de coincidência de floração entre cultivares compatíveis, ou mesmo a inexistência de plantas polinizadoras (LEITE *et al.*, 2008).

### **2.2.3.1 Abortamento de gemas florais**

Outro problema existente nos pomares brasileiros e que vem afetando diretamente a produção é o abortamento de gemas florais. Este distúrbio fisiológico também foi observado no Uruguai (ZECCA, 2004), Espanha, Bélgica e Nova Zelândia (FAORO, 2001b) e suas causas ainda não estão muito bem definidas.

O abortamento de gemas florais, necrose que progride do ápice das sépalas para a base dos primórdios, já é evidente no início do outono e aumenta progressivamente, atingindo valores máximos próximo do florescimento, podendo ocasionar a destruição parcial ou total das gemas. Em análise mais detalhada foi verificado que o dano inicia nos tricomas apicais, com coloração clorótica que progride a necrótica, avançando para as sépalas nessa porção, atingindo total ou parcialmente os primórdios florais. O avanço da necrose foi caracterizado por um engrossamento da parede celular até a completa destruição dos tecidos, em sentido descendente e com o acúmulo de substâncias fenólicas.

Em alguns casos, a necrose toma conta de todos os tecidos e, ocasionalmente causa alterações nos primórdios florais. Dentre as modificações, foi verificada a presença de estilete e estigmas isolados, ausência de estruturas florais, presença de protuberâncias laterais em diversos pontos dos primórdios, além de necrose das brácteas das gemas (MARODIN, 1998).

Segundo Faoro (2002), o abortamento de gemas florais das pereiras é decorrente da falta de adaptação às condições de pouca quantidade de frio hibernar e flutuações térmicas diárias durante os períodos de diferenciação das gemas florais e da dormência. Em consequência, a pereira produz maior número de primórdios florais nas cultivares menos adaptadas, o que desfavorece a distribuição equilibrada de nutrientes entre os primórdios florais, levando à necrose das gemas florais.

Verissimo *et al.* (2004) verificaram a ocorrência de duplicação de inflorescências e a formação de grande número de primórdios florais por gema em pereiras asiáticas ‘Nijisseiki’ e ‘Housui’, que apresentaram maiores índices de abortamento do que o híbrido ‘Kieffer’. O maior número de primórdios florais por gema ocorre acompanhado de deformações, necrose de pistilo, abscisão, escurecimento de anteras e feixes vasculares. Estas alterações morfológicas e anatômicas foram detectadas em Pelotas, o que não ocorreu em São Joaquim, indicando a falta de adaptação de cultivares de pereira de alta exigência em frio quando cultivadas regiões de clima mais ameno.

Zecca (2004) comparou as anormalidades decorrentes do abortamento dos primórdios florais de ‘Nijisseiki’, ‘Housui’, ‘William’s’ e ‘Packham’s Triumph’ localizados no Brasil (Pelotas) e Uruguai (Canelones), sendo que na Argentina (Vale do Rio Negro) esse distúrbio fisiológico não foi detectado. As condições climáticas de seca e calor durante o final do verão favorecem a severidade da necrose, como observado em ‘William’s’. Não foi verificada relação entre o abortamento dos primórdios florais com o

número de primórdios florais emitidos por gema, número de Horas de Frio e condições climáticas durante o período do outono e inverno.

Além do tecido necrosado, foi observado o desenvolvimento de protuberâncias, contendo líquido no seu interior, nos primórdios florais e escamas mais internas das gemas. Essas protuberâncias estavam presentes desde o mês de abril, aumentando gradativamente em magnitude e intensidade de ocorrência ao longo do outono e inverno, na medida em que também ia aumentando a intensidade da necrose dos primórdios florais. Foi sugerido que esse desenvolvimento anormal tenha sido imposto por um agente externo, tal como a presença de bactérias ou insetos, e que, como primeiro estágio de resposta, tenha sofrido rápidas divisões celulares até a formação de calos de cicatrização (ZECCA *et al.*, 2006).

No entanto, em trabalho realizado por Marodin (1998) não foi detectada a presença de insetos, mas de bactérias, em especial *P. syringae* pv. *syringae*. Alguns isolados dessa bactéria apresentam a capacidade de ativar a nucleação do gelo, em temperaturas em torno de 4°C, provocando ferimentos celulares e facilitando a penetração nos tecidos. Independente da nucleação, as bactérias possuem a capacidade de produzir toxinas, como a siringomicina, por exemplo, e causar sintomas de encharcamento, clorose e necrose em um grande número de espécies, dentre as quais a pereira, o que poderia explicar o abortamento das gemas florais.

Práticas que evitem o déficit hídrico no verão e o desfolhamento precoce ao final do ciclo contribuem para minimizar o grau de abortamento. Fatores climáticos – como regime térmico e deficiência hídrica – e incidência de doenças, que contribuem para o desfolhamento precoce, podem ter colaborado para que em Veranópolis, a 700 metros de altitude, tenha apresentado pereiras ‘Packham’s Triumph’, ‘William’s’, ‘Red Bartlett’, ‘Shinseiki’ e ‘Século XX’ com maior incidência de abortamento de gemas florais do que em Vacaria, município situado 970 metros acima do nível do mar (ARRUDA, 1998; ARRUDA & CAMELATTO, 1999).

A presença de açúcares solúveis totais na matéria seca das gemas florais de ‘Housui’ foi menor do que nos tecidos de ‘Kieffer’, cultivar melhor adaptada às condições climáticas de Pelotas. Dentre os açúcares solúveis presentes, o sorbitol, seguido pela sacarose, foram os mais abundantes nos tecidos das duas cultivares. Observou-se que ‘Kieffer’ teve menor porcentagem de primórdios necrosados (6%) do que ‘Housui’ (57%), não sendo observada correlação entre a necrose dos primórdios florais e o teor de água existente nas gemas e tecidos adjacentes (HERTER *et al.*, 2006).

Também não foi encontrada influência de temperaturas máxima, amplitude térmica, umidade relativa do ar e fungos fitopatogênicos no abortamento das gemas florais de pereiras europeias ‘Packham’s Triumph’ cultivadas em Eldorado do Sul, Vacaria, Caçador e São Joaquim. Por outro lado, a queda das temperaturas mínimas, a presença de *P. syringae* pv. *syringae* e a baixa massa das gemas, associada ao desfolhamento precoce, intensificaram o abortamento das gemas florais (MARODIN, 1998).

#### **a) Morte de flores por bactérias**

Os estádios fenológicos de botão floral à plena floração têm sido relatados como os períodos de maior suscetibilidade ao crestamento bacteriano (*P. syringae* pv. *syringae*), patologia de relevância na cultura da pereira. Em um modelo preditivo de ocorrência da doença em ‘Packham’s Triumph’ – que considerou como predisponentes os eventos de molhamento foliar de 15,50 h a 39,83 h e as temperaturas de 8,9°C a 11,4°C – houve efetividade de controle com bactericida empregado até 36h após a emissão do alerta (LATORRE *et al.*, 2002).

*P. syringae* foi detectada junto ao abortamento das gemas florais de ‘Packham’s Triumph’ em distintas condições climáticas no Sul do Brasil, a qual, de alguma forma, pode estar envolvida na necrose dos primórdios florais das pereiras. Esse patógeno apresenta a capacidade de ativar a nucleação do gelo, provocando ferimentos e facilitando

a entrada de outras bactérias, além de produzir toxinas, como a siringomicina, que causam diversos sintomas nas pereiras, dentre os quais a necrose (MARODIN, 1998).

A necrose de flores da mesma cultivar foi associada à presença de *Pseudomonas* sp. em Vacaria, RS, enquanto que *P. syringae* pv. *syringae* foi encontrada apenas em baixa frequência e *Erwinia amylovora* (Burrill) Winslow *et al.* emend. Hauben *et al.*, agente causal do fogo bacteriano, não foi detectada nos mesmos pomares. Em condições controladas, as temperaturas de 15°C a 20°C favoreceram a morte de flores quando estas foram inoculadas com *Pseudomonas* sp.. A sua presença foi verificada em todas as épocas do ano a campo, com picos de incidência em outubro, seguido pelo mês de abril, únicos meses em que houve um aumento contínuo da temperatura, com baixas amplitudes térmicas e sem grandes oscilações (ROMMEL, 2009).

O fogo bacteriano é considerado a doença mais devastadora na produção mundial de peras e não há registros de sua ocorrência no Brasil. A verificação de incertezas envolvendo as ameaças e os perigos causados por *E. amylovora*, como o risco de fugir do controle oficial ou ser introduzida em uma nova área, mostrou a necessidade de disponibilizar informações técnicas sobre o patógeno e avaliar ações através da elaboração de um plano de contingência nacional. Dentre algumas das medidas indicadas, caso o foco da doença seja detectado, estão a interdição do pomar, a erradicação das plantas contaminadas e a pulverização com bactericidas registrados para Rosáceas (MARTINS & OLIVEIRA, 2007).

Essa bactéria ocorre de forma epífita nas pereiras e as infecta em diferentes épocas, de acordo com a fenologia e o vigor vegetativo. Plantas debilitadas e com reduzido vigor durante o outono, que é o momento de início de entrada na dormência, e vigorosas na primavera, logo após o florescimento, são predispostas à infecção (BLACHINSKY *et al.*, 2006).

O inóculo do fogo bacteriano pode ser disseminado por insetos polinizadores que se deslocam das flores das pereiras às plantas tradicionalmente não hospedeiras com floração coincidente. Geralmente a infecção ocorre na segunda floração da pereira, oriunda do crescimento das brotações que se diferenciam na porção terminal, observada especialmente em algumas cultivares mais propensas ao desenvolvimento da doença. A segunda floração ocorre entre o final da primavera e o início do verão, momento em que as condições climáticas são mais favoráveis à proliferação de *E. amylovora* (JOHNSON *et al.*, 2006).

Segundo Bubán *et al.* (2003), a entrada desse patógeno ocorre pela abertura dos nectários, cujo néctar fornece um excelente meio para o desenvolvimento bacteriano. Entretanto, muitas vezes, a incidência da doença é significativamente menor do que a porcentagem de colonização, servindo o néctar como local para o estabelecimento epífita do patógeno sem, necessariamente, infectar a planta. Foi observado que pereiras cultivadas em regiões áridas apresentam o estigma como local alternativo de desenvolvimento de *E. amylovora* por dispor de água livre, o que possibilita a sua sobrevivência. Nessas condições, a infecção floral ocorre apenas mediante condições climáticas favoráveis de molhamento, tais com precipitação pluviométrica e orvalho, permitindo que a bactéria se desenvolva até atingir as aberturas nectaríferas.

*E. amylovora* migra do estigma até os nectários pelo sulco do estilete, o qual é sólido e coberto por papilas que proporcionam uma estrutura de proteção rica em nutrientes e umidade, onde ocorre a multiplicação bacteriana. As secreções estigmáticas favorecem a translocação da população bacteriana até a câmara nectarífera, que se mantém de modo epifítico sobre os tecidos do estilete. Por até 120h não foi verificada a presença do patógeno dentro dos tecidos do estilete, mesmo com severa colonização, sendo sugerido que o estilete é apenas um meio pelo qual as bactérias ficam protegidas e migram para outros tecidos (SPINELLI *et al.*, 2005).

As cultivares de pereiras que apresentam nectários florais com câmaras nectaríferas grandes e maior frequência de estômatos situados no mesmo nível ou ligeiramente abaixo da epiderme facilitam a evaporação do néctar, deixando de fornecer nutrientes continuamente para *E. amylovora*. Outras características que estão relacionadas à menor suscetibilidade ao fogo bacteriano são camadas espessas de cutícula e de tecido glandular; produção de néctar em menor quantidade, como ‘Beurre Bosc’ que produziu cinco vezes menos néctar que ‘Conference’, e com maior densidade de açúcares. A produção de ácido clorogênico foi relacionada como o provável mecanismo de defesa das pereiras contra o desenvolvimento de *E. amylovora* (FARKAS *et al.*, 2004; FARKAS *et al.*, 2007).

As flores de pereiras apresentam os compostos fenólicos: ácido clorogênico, rutina e hiperosídeo. Estes podem participar no mecanismo de defesa dessas frutíferas contra os patógenos, sendo predominante o primeiro composto – um ácido fenilpropiônico secundário – na composição floral. De maneira geral, o ácido clorogênico é encontrado em maior quantidade no pistilo e em menor quantidade nas anteras, podendo estar presente em grandes quantidades na corola de algumas cultivares, a exemplo de ‘Olivier de Serres’. Rutina e hiperosídeo podem ser detectados em todos os órgãos florais, porém as pereiras ‘Conference’ e ‘Olivier de Serres’ apresentam rutina apenas no cálice e na corola e o hiperosídeo nas estruturas florais reprodutivas (FARKAS *et al.*, 2004).

### **2.3 Uso de fitorreguladores em pereiras**

A produtividade da pereira é composta pelo número e qualidade das flores produzidas, eficiência da polinização e frutificação, intensidade da abscisão natural dos frutos e taxa de divisão e expansão celular nos frutos persistentes. Esses componentes são influenciados pela genética das cultivares e dos porta-enxertos, características edafoclimáticas e diversas práticas de manejo, dentre as quais o uso combinado de fitorreguladores visando explorar a complementaridade dos efeitos (WEBSTER, 2002).

A resposta ao uso de fitorreguladores pode diferir com a cultivar, padrão de absorção, translocação e modo de ação, influenciados por parâmetros meteorológicos no momento do tratamento. O ideal é a realização de ensaios prévios antes da execução de aplicações generalizadas, especialmente quando se trata da introdução de um novo produto. Por outro lado, as reações do mercado e da sociedade frente ao uso de produtos químicos, fazem com que cada vez mais se busque a sua racionalização (BLANCO, 1991).

Os fitorreguladores precisam ter alta eficiência em solucionar um problema específico e estas moléculas não devem ser utilizadas de forma massiva. Dentre os critérios de seleção a serem considerados estão o baixo impacto ambiental e a ausência de resíduos tóxicos à saúde humana e ao agroecossistema. Os fitorreguladores podem ser utilizados com a finalidade de reduzir a alternância de produção, controlar a abscisão dos frutos na pré-colheita, acelerar a maturação, modificar as características ou melhorar a conservação dos mesmos, diminuir o *russeting* e as rachaduras, atuar na diferenciação dos primórdios florais, controlar o crescimento vegetativo, promover a ramificação das plantas jovens e modificar o repouso hibernar das gemas (DUSSE, 2010).

Tendo em vista os problemas enfrentados de abortamento dos primórdios florais e de baixa frutificação efetiva das pereiras nas condições de cultivo no Sul do Brasil, Trevisan *et al.* (2006) sugeriram que se priorize a utilização de cultivares adaptadas. Como medida de curto prazo, o uso de fitorreguladores foi apontado como a alternativa para melhorar e uniformizar as florações.

A adoção do uso de superadores de dormência tem sido realizada em diversas frutíferas temperadas quando cultivadas em regiões que não satisfazem as exigências em acúmulo de frio. Embora muitos produtos sejam eficazes, é usual a utilização do óleo mineral (de 3,00% a 4,00%) e a cianamida hidrogenada (0,25% a 0,50%), variando a concentração conforme as condições climáticas locais e a exigência em frio da cultivar. A variação da época de aplicação pode ser utilizada para corrigir problemas de coincidência

de florações entre duas ou mais cultivares, pulverizando a cultivar mais tardia de 10 a 15 dias antes para antecipar a sua floração (PETRI *et al.*, 2003).

Conforme Dussi (2010), as auxinas são produzidas em folhas jovens, principalmente nos primórdios do meristema apical, e também nas sementes viáveis em desenvolvimento. Seu movimento pelo floema é basípeto, ou seja, se movem do ápice da planta em direção à base, difundindo-se com açúcares e compostos orgânicos. Esses hormônios se distribuem célula a célula e estimulam o crescimento dos ramos através da alongação e divisão celular. Atuam predominantemente sobre a dominância apical, crescimento inicial dos frutos, frutificação efetiva e diferenciação radicular, retardam a abscisão de folhas e frutos e estimulam a diferenciação vascular dos tecidos. A auxina natural das plantas é o AIA e, dentre as sintéticas, pode-se mencionar os ácidos naftalenoacético (ANA) e 2,4,5-triclorofenoxipropiônico (2,4,5-TP).

Nas plantas em crescimento ativo, o cálcio é translocado de modo passivo por via xilemática ao topo das brotações em crescimento devido ao transporte basipetal de AIA nessa região, que garante a formação de prótons e também o alongamento apical. Visando favorecer a germinação dos grãos de pólen e o aumento da frutificação de pereiras europeias, o cálcio pode ser pulverizado de modo direcionado às inflorescências no início da floração, assim como o boro (MUSACCHI, 2007).

De um modo geral, o AIA aumenta a plasticidade da parede celular, o que ocasiona a dilatação celular devido à pressão da água dentro do vacúolo. A pressão da água vai sendo reduzida conforme a célula se dilata e que continua a se alargar até o momento em que a parede celular exerça resistência. Contudo, a perda de rigidez da parede celular não ocorre por ação direta do AIA e dos componentes químicos da parede celular. Tanto a biossíntese de RNA como as proteínas são necessárias para este efeito, pois se forem inibidos não há a perda da rigidez. Estudos mostraram que o AIA, que é responsável pela degradação da celulose, incrementa a biossíntese de celulase em 12 a 14 vezes. Presume-se

que alguns dos efeitos produzidos pela auxina na parede celular provenham da produção de novo RNA mensageiro codificador da celulase, o qual impede o crescimento da parede celular, porém deve haver outros compostos responsáveis pelo modo de ação primário (RAVEN & CURTIS, 1975).

Em determinados casos, especialmente plantios de alta densidade, o crescimento da copa ocasiona o sombreamento dos ramos inferiores, com a consequente perda da capacidade produtiva desta região devido à redução da indução floral e produção de frutos de baixa qualidade. Uma prática consiste na remoção dos ramos improdutivos durante a poda de inverno, no entanto brotações muito vigorosas tendem a ser emitidas de gemas até então dormentes, o que origina novamente o sombreamento e a improdutividade dos ramos. A aplicação localizada no ponto de corte com o ANA inibe o crescimento dessas brotações, de forma que cresçam com reduzido vigor ou nem brotem (BLANCO, 1991).

As auxinas atuam como inibidores do crescimento de gemas laterais, fitorreguladores responsáveis pelo fenômeno de dominância apical, efeito que cessa após a remoção do meristema apical e propicia o crescimento das gemas laterais. As implicações do emprego de auxinas variam conforme a idade da planta, a espécie e, acima de tudo, sobre o tecido no qual o fitorregulador é aplicado (RAVEN & CURTIS, 1975).

O raleio dos frutos remove parcialmente as sementes viáveis, fontes de giberelinas, que inibem a formação de gemas florais. Em condições de cultivo que o número de folhas por fruto não seja suficiente para a obtenção de frutos de qualidade, considerado idealmente de 30 a 40 folhas por fruto, o controle da frutificação deve ser realizado mediante o raleio de frutos visando também evitar a alternância de produção e aumentar o tamanho dos mesmos. O raleio químico provoca a abscisão dos frutos, alterando a fisiologia da planta e a resposta produtiva. Os resultados mais notórios são obtidos mediante a pulverização de fitorreguladores no início da estação de crescimento, pois há o estímulo da divisão e do alongamento celular, obtendo-se frutos maiores, aliado ao fato da

redução da competição de fotoassimilados pelos frutos. Dentre os produtos utilizados com essa finalidade estão o ANA, a amida do ANA (ANA<sub>m</sub>) e a citocinina 6-benziladenina (6-BA) (DUSSI, 2010).

A queda pré-colheita de frutos ocorre mediante a formação de uma camada de células parenquimáticas débeis na zona de abscisão da base do pedúnculo e uma camada suberizada na região abaixo do ponto de abscisão (RAVEN & CURTIS, 1975). Produtos a base do ANA, ANA<sub>m</sub> e aminoetoxivinilglicina (AVG) – inibidor da síntese do etileno – podem ser utilizados nas pereiras aos primeiros sintomas da abscisão anormal dos frutos, evitando quedas de peras em pré-colheita. Atuam momentaneamente sobre a zona de abscisão do pedúnculo com a estrutura frutífera três dias após a sua aplicação, evitando a queda prematura que geralmente está relacionada com altas temperaturas e ventos fortes. A pulverização das auxinas pode ser repetida em 15 dias se a colheita se prolongar, no entanto a maturação dos frutos nas plantas não é detida. Essa prática tem permitido aos fruticultores argentinos manipular o momento da colheita de acordo com o lote e as necessidades comerciais (DUSSI, 2010).

As citocininas estão estruturalmente relacionadas com as bases dos ácidos nucleicos e são produzidas por sementes viáveis em desenvolvimento e nos ápices radiculares. O transporte é realizado via xilema e atuam na promoção da divisão celular e regulação da abertura estomática (RAVEN & CURTIS, 1975; DUSSI, 2010). A citocinina 6-BA consiste em uma das citocininas sintéticas mais ativas, característica possivelmente relacionada com sua alta solubilidade e mobilidade em tecidos vegetais (FLOSS, 2011).

A 6-BA atua no crescimento celular, o que contribui para o aumento do tamanho final dos frutos. Ocasionalmente ocasiona o raleio dos frutos mediante a redução dos carboidratos disponíveis aos pequenos frutos em desenvolvimento, acentuando os picos naturais de abscisão dos frutos. Apresenta efeito raleante mais acentuado em pereiras cujas flores tenham passado por inadequado processo de polinização, relacionado, especialmente, às

plantas com demasiado vigor – caso de excessiva floração, acentuada queda pré-colheita e sombreamento interno da copa – ou elevada debilidade, como verificado em plantas com sistema radicular danificado (DUSSE, 2010).

As giberelinas são sintetizadas em regiões meristemáticas e, ao contrário das auxinas e citocininas, podem ser translocadas por toda a planta via floema e xilema. Atuam na expansão celular dos tecidos em crescimento de brotações, na juvenilidade de frutíferas, em sementes viáveis em desenvolvimento e nos tecidos de frutos em rápido crescimento (WALSH, 2003). A presença de giberelinas no fruto é essencial para a sua fixação e as diferentes respostas à sua aplicação ocorrem em virtude dos níveis endógenos dessas substâncias nos ovários (HEDDEN, 1999).

Dois eventos no desenvolvimento dos frutos são regulados por níveis de giberelinas teciduais: a supressão da indução de gemas florais pela produção de giberelinas nas sementes viáveis dos pomos, caso da maçã e da pera; e na expansão celular durante a curva de crescimento final dos frutos com um padrão de crescimento duplo-sigmoide, caso das frutas de caroço. A supressão da indução de gemas florais e a consequente alternância de produção tem como causa a síntese de giberelinas pelas sementes viáveis dos frutos, sendo o raleio um importante manejo fitotécnico para evitar produção bienal. Por outro lado, as giberelinas desempenham um papel importante na determinação do tamanho final de frutos com crescimento duplo-sigmoide, pouco antes da colheita, momento em que há um aumento acentuado na expansão celular e ganho de massa dos frutos, que está correlacionado com o aumento da capacidade de resposta das giberelinas nos tecidos (WALSH, 2003).

O ácido giberélico prolonga a viabilidade do saco embrionário, que em plantas não pulverizadas são funcionais entre 12 e 21 dias após a floração. Mediante o uso deste fitorregulador, provoca o aumento da duração da viabilidade do saco embrionário em mais 10 dias. Isso ocasiona o aumento do período em que os rudimentos seminais podem ser

fertilizados e, assim, a probabilidade de frutificarem mesmo após condições climáticas adversas, tal como precipitações durante as florações, que influenciam na ação dos agentes polinizadores (BLANCO, 1991).

A época mais indicada para a aplicação de giberelinas abrange a antese e a queda das pétalas, quando os níveis endógenos desses fitorreguladores estão baixos (AGUSTÍ & ALMELA, 1991). São frequentemente utilizados no final da floração para aumentar a frutificação efetiva de cultivares de pereiras parcialmente partenocárpicas (SALAYA, 2000), pois aumentam a concentração de auxinas endógenas, que se dispersam no ovário e atuam de modo indireto na formação de frutos partenocárpicos (CID, 2005).

As relações hormonais nas flores e frutos de pereiras ainda não foram bem esclarecidas. No entanto, sabe-se que a capacidade partenocárpica está relacionada com os níveis de citocininas, que interagem com as auxinas e induzem à divisão celular, propiciando a fixação de frutos sem sementes viáveis. O ácido giberélico AG<sub>3</sub>, e um pouco menos os AG<sub>4+7</sub>, tem uma grande efetividade em promover o crescimento de peras com desenvolvimento partenocárpico (SALAYA, 2000).

As geadas ocasionam a necrose dos embriões das sementes viáveis e a consequente abscisão dos frutos. No entanto, o processo da frutificação é revertido mediante a indução da partenocarpia através da aplicação de giberelinas, especialmente se empregados até 48h após o congelamento dos frutos (MUSACCHI, 2007). Foi verificado que a formação de geada no início da estação de crescimento de cultivares pouco suscetíveis à partenocarpia demanda a realização de duas pulverizações com giberelina para que a frutificação seja garantida, uma na plena floração e outra de 15 a 20 dias após a primeira aplicação (SALAYA, 2000).

As giberelinas apresentam preços relativamente baixos comparativamente aos outros fitorreguladores. Além de aumentar a frutificação e a produtividade através da partenocarpia, podem provocar uma redução da quantidade dos frutos oriundos de

fecundação, pois esses produtos têm a capacidade de ocasionar o aborto precoce dos embriões em desenvolvimento. A produção de frutos partenocárpicos em plantios de alta densidade na Europa tem sido conseguida através do uso de giberelinas, na tentativa de controlar a produção, sendo inclusive removidas as colmeias para evitar a produção de frutos fertilizados (SANSAVINI *et al.*, 2008).

Favorecem a fixação dos frutos até mesmo quando ocorre a polinização, porém as giberelinas inibem a germinação do tubo polínico quando aplicadas no florescimento, podendo vir a reduzir a frutificação efetiva com aplicações de altas concentrações. Aplicações exógenas de elevadas concentrações, em contraposição, promovem o crescimento de frutos partenocárpicos até o tamanho dos oriundos de polinização pelo incremento do número e volume celular. O direcionamento dos microtúbulos durante o crescimento celular é modificado da direção longitudinal para a transversal, podendo causar anormalidades no formato dos frutos que passam a apresentar conformação mais alongada. O número de mitocôndrias também aumenta nas células dos órgãos de reserva, incrementando as atividades de  $ATP_{ase}$  ligadas às membranas mitocondriais. Por outro lado, o emprego de giberelinas inibe a maturação até que ocorra a redução do nível endógeno desse fitorregulador, propiciando uma coloração esverdeada à epiderme dos frutos retidos nas plantas e inibindo a decomposição da clorofila e a síntese de carotenoides após a colheita (CID, 2005).

Conforme Sansavini *et al.* (2008), nessas condições, o tempo de armazenagem também é comprometido devido à redução do teor de ácido ascórbico. Baixas concentrações e o uso limitado de giberelinas, contudo, não comprometem o tempo de retorno ao florescimento e a qualidade dos frutos.

O incremento do crescimento e a ramificação antecipada das pereiras em seus dois primeiros anos de vida são necessários para antecipar a entrada em produção, sendo possível mediante aplicações contínuas de 6-BA +  $AG_{4+7}$ . Posteriormente, é fundamental

controlar o vigor vegetativo das plantas adultas, especialmente em plantios de alta densidade, permitindo que as pereiras sejam mantidas com o tamanho projetado no momento da implantação do pomar (BLANCO, 1991).

Essa combinação de citocinina com giberelinas pode ser utilizada em altas concentrações em árvores vigorosas para induzir a formação de ramificações laterais. Outra forma de emprego é através do molhamento das gemas em condição de inchamento previamente à emissão das brotações, também com elevadas concentrações, para promover a brotação (DUSSI, 2010).

Com o objetivo de impedir o crescimento, podem ser empregados inibidores da biossíntese de giberelinas, o que proporciona até mesmo o aumento da indução floral com alguns produtos, caso do paclobutrazol (PCZ) que pertencente ao grupo químico dos triazóis. O modo de ação do PCZ foi pouco estudado em pereiras, porém em macieiras foi observado que é absorvido via foliar, sendo transportado pelo xilema ao ápice dos ramos, onde atua na inibição da biossíntese de giberelinas (BLANCO, 1991).

Aplicações de inibidores da biossíntese de giberelinas apresentam restrições ou até limitação severa de uso na maioria dos países pela detecção de elevada toxicidade e alta persistência dos resíduos do ingrediente ativo nos alimentos e no ambiente, caso do PCZ e do cycocel. Atualmente somente o uso de proexadiona de cálcio (PCa) é permitido, minimizando este problema de toxicidade e regulamentação (SANSVINI *et al.*, 2008).

O uso de ácido giberélico durante a floração de algumas cultivares, caso de 'Conference', garante tão elevada frutificação efetiva, que o calibre dos frutos pode ser drasticamente reduzido, afetando inclusive a indução floral. O PCZ também apresenta poder raleante se utilizado duas semanas após a floração, visando promover uma drástica redução na frutificação efetiva inicial e garantir menores perdas pré-colheita, o que ocasiona uma produção ligeiramente menor, mas que proporciona o incremento da produção de frutos com maiores calibres (BLANCO, 1991).

Em ‘William’s’, cultivar com capacidade de frutificação partenocárpica, os fitorreguladores são naturalmente providos pelos nucelos dos rudimentos seminais. O uso de inibidores da biossíntese de giberelinas pode ocasionar a redução da frutificação em cultivares sem tendência à partenocarpia, como verificado pelo emprego de PCZ em ‘Conference’. O inibidor da biossíntese de giberelinas é prontamente direcionado aos rudimentos seminais, onde ocorre o bloqueio da produção de giberelinas e também a inibição da germinação do tubo polínico no estigma (SALAYA, 2000).

A PCa, pertence ao grupo dos inibidores da enzima 2-oxoglutarato dioxigenase, presente no terceiro estágio da biossíntese de giberelinas. Esse fitorregulador ocasiona a diminuição do crescimento dos ramos e dos danos causados por *E. amylovora*, pela modificação do metabolismo dos flavonoides. A utilização desse regulador de crescimento ainda está em fase de testes, porém é sabido que deve ser empregado no início da floração e que em altas concentrações esse produto interfere na diferenciação dos primórdios florais nos anos sucessivos (MUSACCHI, 2008).

Segundo Dussi (2010), a PCa deve ser utilizada em duas a quatro aplicações e em baixas concentrações, já que induzem a efeitos mais duradouros do que se empregados em aplicação única. Em baixas concentrações, é degradada em quatro ou cinco semanas, sem influenciar negativamente no tempo de retorno ao florescimento. Seu efeito foi comprovado em diversas cultivares e pode ser utilizado durante a queda das pétalas, momento em que os novos ramos apresentam de 5 cm a 10 cm de comprimento. A redução do crescimento vegetativo ocorre por bloquear diferentes fases da biossíntese das giberelinas, também sendo reduzidos os níveis de etileno e retardada a senescência. Desse modo, ocorre a redução da queda dos pequenos frutos, aumentando a frutificação efetiva. Por sua vez, os assimilados que não são mais necessários ao crescimento das brotações ficam disponíveis aos pequenos frutos, auxiliando no aumento da fixação dos frutos.

Também foi verificado que, pela alteração do metabolismo dos flavonoides, a PCa promove a resistência a diversas outras doenças, dentre elas a sarna da pereira.

As cultivares de pereiras europeias respondem diferentemente ao número de aplicações e concentrações (50,00 mg L<sup>-1</sup> a 250,00 mg L<sup>-1</sup>) de PCa. As pereiras europeias ‘Rosemarie’, ‘Flamingo’, ‘Packham’s Triumph’ e ‘Golden Russet Bosc’ são muito sensíveis ao uso de PCa, sendo que as duas últimas cultivares tiveram seu crescimento reduzido em até 50%. ‘Early Bon Chretien’ teve seu desenvolvimento restringido apenas com o uso de alta concentração, enquanto que ‘Rosemarie’ foi muito responsiva à menor concentração. Para as cultivares com mediana necessidade de concentração do ingrediente ativo, foi sugerido que a aplicação em dose única é mais favorável do que o parcelamento em baixas concentrações. A PCa aumenta a fixação dos frutos porque diminui a competição nutricional entre os frutos e as estruturas vegetativas, de modo a favorecer o direcionamento dos assimilados e a maximização da frutificação efetiva. O aumento da fixação dos frutos chegou a reduzir o tamanho final das peras de algumas cultivares, como ‘Rosemarie’. Os frutos oriundos de plantas pulverizadas com PCa apresentaram maior firmeza de polpa, melhora da coloração da epiderme do fruto e redução de mancha corticenta (*cork spot*). O anelamento não reduziu o crescimento vegetativo, mas aumentou o tamanho dos frutos e melhorou o tempo de retorno ao florescimento, sendo sugerido que a combinação desta prática com o emprego de PCa seria mais favorável do que quando empregadas isoladamente (SMIT *et al.*, 2005).

O emprego de fitorreguladores, visando principalmente à obtenção de frutos partenocárpicos e ao acentuado controle do desenvolvimento vegetativo da copa, tem permitido a regularização da produção, reduzindo inclusive o fenômeno da alternância de produção. Associado ao uso de marmeleiro como porta-enxerto, produtos a base de giberelina (AG<sub>3</sub>) e da mistura entre giberelinas e citocinina (6-BA + AG<sub>4+7</sub>) têm possibilitado obter produtividade de 40,00 t ha<sup>-1</sup> na Itália, inclusive em cultivares vigorosas

e de difícil frutificação como ‘Abate Fetel’, cujo crescimento tem sido controlado com a PCa (MUSACCHI, 2008).

A gestão do uso de inibidores da biossíntese de giberelinas sobre o desenvolvimento e a produção é difícil em longo prazo, pois estes fitorreguladores interferem na frutificação, diferenciação floral, tempo de retorno à floração e desenvolvimento dos frutos. O uso desses produtos com baixa persistência ocasiona a necessidade de doses mais elevadas visando garantir a resposta desejada de redução do vigor vegetativo, porém com consequências imprevisíveis em outros fatores de crescimento da planta. Se o pomar está longe do equilíbrio entre reduzido vigor e elevada produção, os inibidores da biossíntese de giberelinas podem ajudar a alcançar o resultado desejado somente quando coerentemente aplicados conjuntamente com outras práticas de manejo. Nesse caso, as pulverizações podem ser realizadas em plantios de alta densidade visando o controle do vigor vegetativo, quando há um ligeiro excesso de crescimento da parte aérea, especialmente no início do desenvolvimento do ciclo de crescimento (SANSVINI *et al.*, 2008).

### **2.3.1 Ensaios realizados com fitorreguladores visando o aumento da frutificação efetiva em pereiras europeias no Brasil**

Foram realizados testes com 6-BA + AG<sub>4+7</sub> (18,80 mg L<sup>-1</sup> divididos durante os estádios fenológicos de 30% das flores abertas, plena floração e queda de pétalas), PCa (0,34 g L<sup>-1</sup> e 0,69 g L<sup>-1</sup> repartidos entre a plena floração e 15 dias após a plena floração), AVG (0,15 g L<sup>-1</sup> e 0,30 g L<sup>-1</sup> pulverizados 15 dias após a plena floração) e thidiazuron – TDZ (20,00 mg L<sup>-1</sup>; plena floração), pertencente ao grupo das citocininas, em pereiras ‘Rocha’ cultivadas em São Joaquim. A aplicação de TDZ aumentou a frutificação efetiva no segundo ciclo e a produtividade durante as duas safras avaliadas, mesmo com a ocorrência de granizo de elevada severidade no segundo ano. A frutificação efetiva não

diferiu da testemunha com o uso de PCa ( $0,69 \text{ g L}^{-1}$ ) na plena floração, no entanto, ocasionou maior produtividade durante o primeiro ano (LUZ *et al.*, 2012b).

Petri *et al.* (2010) avaliaram o uso de TDZ ( $20,00 \text{ mg L}^{-1}$ ), 6-BA + AG<sub>4+7</sub> ( $9,40 \text{ mg L}^{-1}$ ) e PCa ( $3,30 \text{ g L}^{-1}$ ) aplicados nos estádios fenológicos “F” e “F2” em pereiras ‘Packham’s Triumph’ e ‘Rocha’ cultivadas em Caçador. A frutificação efetiva de ‘Packham’s Triumph’ foi favorecida pelo uso isolado de PCa e TDZ e a maior produção de frutos por ramo ocorreu com o emprego isolado de TDZ e a utilização de 6-BA + AG<sub>4+7</sub> associados com PCa. Os fitorreguladores não apresentaram efeito significativo em pereiras ‘Rocha’, no entanto houve uma tendência ao aumento da frutificação efetiva pelo uso isolado de TDZ e 6-BA + AG<sub>4+7</sub>, ou ainda, com a mistura entre TDZ e PCa.

O emprego de anelamento simples, duplo e pleno e o uso de PCZ, com aplicação diretamente no solo ( $2,00 \text{ g L}^{-1}$  e  $4,00 \text{ g planta}^{-1}$ ) ou foliar ( $1,00 \text{ g L}^{-1}$  e  $2,00 \text{ g L}^{-1}$ ), foram testados em pomar de ‘Packham’s Triumph’/*P. calleryana* Dcne. cultivado em São Joaquim. Foi verificado que o anelamento diminui o crescimento de ramos e aumenta a produção de frutos, principalmente pelo método duplo e pleno, tendo maior efeito na produção do que o PCZ, possivelmente pela suspensão da dominância apical, melhorando a formação das gemas florais. O PCZ aplicado via foliar em setembro não influenciou na frutificação, enquanto que o uso via solo aumentou a produção de frutos quando realizado em novembro (IUCHI *et al.*, 2008).

A aplicação de PCa ( $0,75 \text{ g L}^{-1}$ ), parcelada em quatro aplicações, reduziu o crescimento dos ramos, aumentou a frutificação efetiva e a produtividade de pereiras ‘Packham’s Triumph’ cultivadas em Capão do Leão (RS), sem alterar a massa média dos frutos durante uma safra avaliada. O parcelamento das aplicações iniciou quando os ramos apresentaram em média 10 cm e as demais datas consistiram em 30, 60 e 120 dias após a primeira aplicação (PASA *et al.*, 2012).

Leite *et al.* (2008) encontraram resultados promissores de frutificação efetiva em pereiras ‘Packham’s Triumph’ cultivadas em Caçador utilizando combinações do AG<sub>3</sub> (10,00 mg L<sup>-1</sup>) com o TDZ (20,00 mg L<sup>-1</sup>). Contudo, o uso isolado de AG<sub>3</sub> ou associado ao ANA (20,00 mg L<sup>-1</sup>) reduziu drasticamente o número de sementes viáveis formadas e a frutificação. A combinação do AG<sub>3</sub> com PCa (2,40 g L<sup>-1</sup>) também não foi satisfatória, ocasionando resultados de frutificação efetiva e produção de sementes viáveis similares ao da testemunha. A aplicação dos tratamentos foi realizada em duas épocas, com metade das concentrações empregada no estágio fenológico de plena floração e o restante durante a queda de pétalas.

Foram pulverizados 6-BA + AG<sub>4+7</sub> (avaliando-se o uso de 5,64 mg L<sup>-1</sup> no início da floração e 18,80 mg L<sup>-1</sup> na plena floração), PCa (0,65 g L<sup>-1</sup>; 1,25 g L<sup>-1</sup> e 2,5 g L<sup>-1</sup> aplicados na plena floração) e AVG (2,00 g L<sup>-1</sup> utilizados 15 dias após a plena floração) em pereiras ‘Packham’s Triumph’ cultivadas em São Francisco de Paula, Rio Rufino (SC) e São Joaquim. Dentre os tratamentos avaliados, a utilização de 6-BA + AG<sub>4+7</sub> na maior concentração durante a plena floração e AVG proporcionaram a obtenção de elevada produtividade, 41,13 t ha<sup>-1</sup> em Rio Rufino e 50,60 t ha<sup>-1</sup> em São Joaquim. Já em São Francisco de Paula, a utilização de AVG consistiu no tratamento mais produtivo, proporcionando o rendimento médio de 78,20 t ha<sup>-1</sup> (BRIGHENTI *et al.*, 2010b).

Segundo os resultados obtidos por Luz (2012) em estudo comparativo realizado nos mesmos três municípios, as pereiras ‘Packham’s Triumph’ respondem mais à ação dos fitorreguladores do que ‘William’s’. O uso sequencial de 6-BA + AG<sub>4+7</sub> (18,80 mg L<sup>-1</sup>) durante a plena floração e AVG (2,00 g L<sup>-1</sup>) 15 dias após a plena floração aumentou a frutificação efetiva e a produtividade de ‘Packham’s Triumph’ em todas as regiões avaliadas, enquanto que ‘William’s’ apresentou acréscimo produtivo apenas em São Francisco de Paula em um dos dois anos de avaliação.

Muniz *et al.* (2012b) testaram 6-BA + AG<sub>4+7</sub> (18,80 mg L<sup>-1</sup>) na plena floração e AVG (0,20 g L<sup>-1</sup>; 0,40 g L<sup>-1</sup>; 0,60 g L<sup>-1</sup> e 0,80 g L<sup>-1</sup>) 15 dias após a plena floração da pereira ‘William’s’ nas condições edafoclimáticas de Rio Rufino. A combinação dos fitorreguladores foi eficaz na promoção do aumento da frutificação efetiva e na produtividade durante a safra avaliada. A maior frutificação efetiva foi obtida pelo uso de 6-BA + AG<sub>4+7</sub> com AVG na concentração de 0,60 g L<sup>-1</sup>, porém a maior produtividade ocorreu através da mistura com a maior concentração.

Os efeitos de boro (2,00 g L<sup>-1</sup>) associado ao adubo foliar (2,00 mL L<sup>-1</sup>) contendo 9% de N, 3% de K e aminoácidos; AG<sub>3</sub> (30,00 mg L<sup>-1</sup> e 40,00 mg L<sup>-1</sup>); ANA (3,40 mL ha<sup>-1</sup>); PCa (0,50 g L<sup>-1</sup>, 2,50 g L<sup>-1</sup> e 5,00 g L<sup>-1</sup>); 6-BA + AG<sub>4+7</sub> (5,64 mg L<sup>-1</sup> e 18,80 mg L<sup>-1</sup>); AVG (4,00 g L<sup>-1</sup>) e PCZ (0,20 mg L<sup>-1</sup>) foram averiguados em diversos estádios fenológicos da floração de pereiras ‘Red Bartlett’ cultivadas em São Joaquim. O uso de 6-BA + AG<sub>4+7</sub> em ambas as concentrações e AG<sub>3</sub> (40,00 mg L<sup>-1</sup>) associado ao PCZ na plena floração propiciaram a obtenção das maiores frutificações efetivas, respectivamente, 40%, 35% e 30%, consideradas acima do padrão desejado de 30% de frutificação (BRIGHENTI *et al.*, 2010a).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi desenvolvido em pomar de pereiras europeias (*Pyrus communis* L.) situado a 892 metros de altitude, e cultivado em 4,5 ha da propriedade agrícola da família Perazzolo no município de São Francisco de Paula (RS). O pomar está localizado na latitude de 29°05'50" Sul e longitude de 50°50'14" Oeste (GOOGLE, 2013), distante 7 km da divisa com o município de Caxias do Sul, na região ecoclimática do Planalto Superior da Serra do Nordeste do Rio Grande do Sul.

O clima da região é temperado úmido do tipo fundamental Cfb, segundo a classificação climática de Köppen (MORENO, 1961). Apresenta regime de chuvas distribuídas durante todos os meses do ano e a temperatura média do mês mais quente é inferior a 22,0°C. Conforme a normal climatológica para o período de 1976 a 2005 em Caxias do Sul, as temperaturas médias anuais mínima, média e máxima da região são, respectivamente, 12,5°C; 19,3°C e 26,0°C. A insolação total anual é de 2211 horas, a precipitação pluviométrica média mensal compreende 144,9 mm e a umidade relativa do ar média mensal corresponde a 78,4% (FEPAGRO, 2012).

Pela normal climatológica do município de São Francisco de Paula, o acúmulo médio de Horas de Frio (HF) ocorrido entre maio e agosto corresponde a 395 HF e de maio a setembro perfaz o somatório de 463 HF (FEPAGRO, 2012). Conforme o zoneamento

agroclimático de cultivo da pereira no RS (WREGGE *et al.*, 2006), São Francisco de Paula foi classificado como pertencente à Zona 3, região em que ocorre acúmulo de frio entre 500 HF a 650 HF em, pelo menos, 70% dos anos.

Na área experimental há o predomínio de Cambissolos e Neossolos que correspondem, respectivamente, às unidades de mapeamento Farroupilha e Caxias. Os Cambissolos são caracterizados pela pouca intemperização, acúmulo de matéria orgânica, elevada acidez e baixa disponibilidade de nutrientes. Os Neossolos são solos de formação muito recente e estão relacionados aos relevos de moderada à forte ondulação, apresentando pedregosidade, afloramentos rochosos, menor profundidade e má drenagem (STRECK *et al.*, 2002).

As cultivares de pereiras europeias cultivadas no pomar são ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’, ‘Santa Maria’, ‘Rocha’ e ‘William’s’. Foram implantadas em 2003, à exceção de ‘Rocha’ que foi introduzida na área apenas em 2007. As pereiras foram enxertadas sobre o marmeleiro ‘Adams’ (*Cydonia oblonga* Mill.), que apresenta sistema radicular superficial (FACHINELLO & PASA, 2010). Foram tutoradas em espaldeiras contendo dois arames, com exceção do pomar de ‘Rocha’ que, por ser jovem, ainda não necessitava de sistema de sustentação.

As fileiras do pomar foram implantadas na orientação Noroeste-Sudeste e as plantas conduzidas no sistema de líder central. O espaçamento utilizado consistiu em 3,20 m x 0,35 m em ‘Abate Fetel’; 3,00 m x 0,40 m em ‘Clapp’s Favourite’; 3,00 m x 0,50 m em ‘Packham’s Triumph’ e ‘Santa Maria’; 3,00 m x 0,70 m em ‘Rocha’ e 3,50 m x 0,80 m em ‘William’s’. Isso equivale, respectivamente, às densidades de plantio de 8928 plantas ha<sup>-1</sup>, 8333 plantas ha<sup>-1</sup>, 6666 plantas ha<sup>-1</sup>, 4761 plantas ha<sup>-1</sup> e 3571 plantas ha<sup>-1</sup>.

Os talhões de cultivo das seis cultivares de pereiras europeias estão ilustrados na Figura 4. Foram avaliadas as pereiras ‘Abate Fetel’ e ‘Clapp’s Favourite’ no primeiro talhão; ao lado direito dessa área, no segundo talhão, ficam situadas as fileiras das plantas

analisadas de ‘Packham’s Triumph’, ‘Santa Maria’ e ‘Rocha’; e ‘William’s’ no terceiro talhão.



FIGURA 4. Pomar de pereiras europeias com a distribuição das fileiras de plantas analisadas: ‘Abate Fetel’ (1), ‘Clapp’s Favourite’ (2), ‘Packham’s Triumph’ (3), ‘Santa Maria’ (4), Rocha (5) e ‘William’s’ (6). Imagem obtida de Google (2013). São Francisco de Paula, RS. 2011/2012.

As cultivares de pereiras polinizadoras implantadas foram: ‘Conference’ (*P. communis*), ‘Packham’s Triumph’ e ‘William’s’ na área de ‘Abate Fetel’; ‘Conference’, ‘Packham’s Triumph’, ‘Rocha’ e ‘Santa Maria’ ao longo das fileiras de ‘Clapp’s Favourite’; ‘Clapp’s Favourite’, ‘Conference’ e ‘Santa Maria’ entre as linhas de plantio de ‘Packham’s Triumph’; ‘Benita’ (*P. pyrifolia* x *P. communis*), ‘Conference’, ‘Kousui’ (*P. pyrifolia*) e ‘Packham’s Triumph’ como polinizadoras de ‘Santa Maria’; ‘Packham’s Triumph’ entre as pereiras ‘Rocha’; e ‘Rocha’ e ‘Packham’s Triumph’ no talhão de pereiras ‘William’s’.

A relação de distribuição sequencial das plantas nas fileiras entre as cultivares receptoras e polinizadoras foi de, respectivamente, 20:2 na área de ‘Abate Fetel’, 10:2 entre as receptoras ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’ e ‘Santa Maria’ e 15:2 entre as pereiras ‘William’s’. Devido às densidades de plantio adotadas e distribuição das

plantas polinizadoras, as pereiras fornecedoras do gametófito masculino foram implantadas a, no máximo, 4 m de distância das receptoras ‘Clapp’s Favourite’; 5 m de ‘Packham’s Triumph’ e ‘Santa Maria’; 7 m de ‘Abate Fetel’, ‘Packham’s Triumph’ e ‘Rocha’; e 12 m de ‘William’s’.

### **3.1.1 Manejo fitotécnico do pomar**

As plantas adultas foram irrigadas por aspersão sob a copa durante a floração de 2009 e 2010 (anos 2009/2010 e 2010/2011), com o intuito de evitar possíveis danos decorrentes de geada, enquanto que, em 2011/2012, o sistema de irrigação foi completamente desativado. A adubação do pomar foi realizada utilizando-se  $8 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  de cama de aviário fermentada, durante o inchamento das gemas das pereiras, nos dois primeiros anos de avaliação.

A poda seca foi empregada nos meses de maio, por decisão do produtor, condição a partir da qual inicia o processo de redução do metabolismo para iniciar a entrada em endodormência. Não se empregou produto com a finalidade de ocasionar a superação de dormência e realizou-se o raleio manual dos frutos em 2009/2010.

Para o controle de doenças fúngicas foram aplicados alternadamente, a partir da brotação até a queda das folhas durante os três anos de avaliação, em quantidade de ingrediente ativo (i. a.) de fungicida por pulverização:  $1,60 \text{ kg i. a. ha}^{-1}$  de mancozebe (Mancozeb<sup>®</sup>),  $1,00 \text{ kg i. a. ha}^{-1}$  de captana (Captan<sup>®</sup>),  $0,44 \text{ kg i. a. ha}^{-1}$  de tebuconazol (Folicur<sup>®</sup>) e  $0,70 \text{ kg i. a. ha}^{-1}$  de tiofanato metílico (Cercobin<sup>®</sup>). A metidationa (Supracid<sup>®</sup>), princípio ativo com ação inseticida e acaricida, foi utilizada a  $0,34 \text{ L i. a. ha}^{-1}$  por aplicação, para o controle localizado, mediante a identificação visual da ação de insetos e ácaros fitófagos em pontos específicos do pomar.

### 3.2 Experimentos

A primeira parte do trabalho consistiu na caracterização do comportamento produtivo das cultivares de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’, ‘Rocha’, ‘Santa Maria’ e ‘William’s’. O segundo objeto de análise experimental foi a biologia reprodutiva de ‘Clapp’s Favourite’. O último constituinte do trabalho foi verificar o efeito da aplicação de diferentes fitorreguladores na produção desta cultivar. Os experimentos foram conduzidos em 2009/2010, 2010/2011 e 2011/2012, com exceção do estudo da biologia reprodutiva, o qual foi realizado apenas nos últimos dois anos.

Os dados meteorológicos diários dos referidos anos foram fornecidos pelo 8º Distrito de Meteorologia/Instituto Nacional de Meteorologia (8º DISME/INMET). A estação meteorológica convencional correspondente está situada a 35 km do local onde os experimentos foram conduzidos.

As informações fornecidas foram: temperaturas mínima ( $T_{9h}$  ou  $T_{Min}$ ) e máxima do ar ( $T_{21h}$  ou  $T_{Max}$ ); insolação; precipitação pluviométrica; velocidade do vento e umidade relativa do ar (Apêndice 1). A temperatura média diária do ar ( $T_{Med}$ ), em graus Celsius ( $^{\circ}C$ ), foi calculada a partir da seguinte equação:  $T_{Med} = (T_{9h} + 2 \times T_{21h} + T_{Min} + T_{Max}) / 5$ .

A partir dos dados de temperatura do ar obtidos pela estação meteorológica convencional e da temperatura média diária do ar estimada, foram calculados os somatórios de Unidades de Frio (UF) pelo modelo Carolina do Norte Modificado no período de maio a setembro. Esses valores foram somados para estimar as UF acumuladas em 2009/2010, 2010/2011 e 2011/2012. O modelo Carolina do Norte (SHALTOUT & UNRATH, 1983) foi originalmente desenvolvido para a cultura da macieira, sendo considerada a faixa de  $1,6^{\circ}C$  a  $7,2^{\circ}C$  como de temperaturas ótimas para o repouso hibernal. Em temperaturas acima ou abaixo às consideradas ótimas foram atribuídas unidades positivas, negativas ou nulas, representando o efeito que possuíram sobre a

dormência. O modelo Carolina do Norte Modificado, com alterações realizadas para quantificar o somatório de UF nas condições do Sul do Brasil, despreza o efeito negativo de altas temperaturas posterior ao período de quatro dias da última UF acumulada (EBERT *et al.*, 1986). Consiste no modelo mais indicado para realizar a estimativa de acúmulo de frio a partir de dados obtidos por estação meteorológica convencional, motivo pelo qual foi adotado o seu uso. A estimativa de UF foi obtida com o uso do programa computacional Sistema Agrometeorológico para Microcomputador (SISAGRO II). Os resultados mensais e anuais de UF foram expostos no Apêndice 2. As temperaturas do ar diárias máxima ( $T_{Max}$ ) e mínima ( $T_{Min}$ ) ocorridas nas seis semanas prévias à colheita de frutos oriundos da floração primária constam no Apêndice 3. Para o período da segunda floração de pereiras ‘Clapp’s Favourite’ em 2010/2011 e 2011/2012, foram listadas as temperaturas do ar diárias máxima ( $T_{Max}$ ), média ( $T_{Med}$ ) e mínima ( $T_{Min}$ ) no Apêndice 4.

A variável de graus-dia (GD) foi estimada com o mesmo programa computacional utilizado para o cálculo das UF. O somatório do regime térmico de GD ocorridos a partir da temperatura basal ( $T_b$ ) de 10°C foi considerado, conforme resultado obtido por Heide e Prestrud (2005) para o desenvolvimento da pereira. As somas térmicas favoráveis à cultura foram obtidas a partir das épocas acuradas pelo método de avaliação da fenologia das gemas florais, considerando-se os intervalos das classes fenológicas de broto de flor, floração e frutificação oriunda da primeira floração. Posteriormente obteve-se o total de GD ocorridos no período de broto de flor à frutificação. Utilizando-se as datas registradas pelo método de análise de porcentagem de inflorescências com uma flor aberta, foram analisados os acúmulos térmicos ocorridos durante a segunda floração e entre o início da primeira floração e o término da segunda emissão de flores. Os dados de GD acumulados, pelos dois métodos, foram apresentados conjuntamente com a avaliação fenológica de primeira e segunda florações do Experimento 1.

### **3.2.1 Experimento 1: caracterização do comportamento fenológico e produtivo de pereiras europeias**

#### **3.2.1.1 Implantação**

Foram realizadas observações exploratórias nos pomares de pereiras ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’, ‘Santa Maria’ e ‘William’s’ em 17/09/2009. Ao percorrer as diferentes áreas, 15 plantas de cada cultivar com vigor e estruturas de frutificação similares foram escolhidas. Marcou-se 100 gemas florais por cultivar em cada ano, que foram acompanhadas para a avaliação do índice de abortamento, intensidade de floração, frutificação efetiva, frutos remanescentes na colheita e fenologia. Além dessas estruturas previamente marcadas, foram coletadas outras gemas, inflorescências e frutos para as análises de caracterização de gemas, inflorescências, flores, grãos de pólen e parâmetros produtivos no decorrer das três safras.

Como o pomar de ‘Rocha’ era composto por plantas jovens no momento da implantação do Experimento 1, não foi realizada a marcação das 100 gemas florais e, por consequência, a avaliação completa do comportamento produtivo dessa cultivar. As análises de pereiras ‘Rocha’ ficaram restritas somente à caracterização de inflorescências, flores, grãos de pólen e frutos.

#### **3.2.1.2 Parâmetros avaliados**

##### **a) Caracterização das gemas, inflorescências e flores**

A caracterização das gemas, inflorescências e flores foi realizada no Laboratório do Departamento de Horticultura e Silvicultura da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Para a análise das gemas florais de ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’, ‘Santa Maria’ e ‘William’s’, foram coletadas 10 gemas de cada cultivar por ano em 2010/2011 e 2011/2012.

A amostra das gemas foi composta por todas as estruturas de frutificação (lamburdas, brindilas coroadas e bolsas férteis), retiradas aleatoriamente de cinco plantas por cultivar com o uso de tesoura de poda, através da coleta de ramos contendo gemas que ainda não haviam iniciado a brotação em 28/08/2010 e 12/09/2011. O material foi transportado em embalagem plástica fechada, contendo papel umedecido em seu interior. Após a chegada ao laboratório, as amostras foram guardadas no refrigerador (4°C) para a realização das análises no dia posterior.

Medidas do diâmetro transversal na porção basal das gemas florais foram obtidas por paquímetro digital. As gemas florais foram cortadas com estilete rente à porção inferior de suas escamas para obter a massa fresca da gema floral em balança digital, com resolução de décimo de miligrama.

As escamas foram removidas com pinças e contadas. Mantendo-se os primórdios foliares e florais anexados à gema, foi determinada a massa fresca da gema sem as escamas. A massa fresca das escamas foi obtida pela diferença entre a massa fresca da gema e a massa fresca da gema sem essas estruturas.

As gemas sem escamas e suas escamas, separadamente acondicionadas em sacos de papel manteiga, foram submetidas à estufa (60°C) durante três dias. Ao retirá-las, foram imediatamente dispostas dentro de dessecador contendo sílica no fundo do recipiente, até o completo resfriamento, para então realizar a análise da massa seca da gema sem as escamas e da massa seca das escamas. A massa seca total da gema foi obtida pelo somatório entre a massa seca da gema sem as escamas e a massa seca das escamas.

Foram coletadas 50 inflorescências durante o estágio fenológico de plena floração ("F2"), segundo escala fenológica elaborada por Faoro (2009), de modo representativo das distintas estruturas de frutificação em 15 plantas por cultivar. Acondicionaram-se as inflorescências em embalagens plásticas contendo papel umedecido em seu interior, sendo alocadas em caixa de isopor contendo gelo no fundo, que ficava separado das embalagens

plásticas por folhas de papel, para a realização do deslocamento. Chegando ao laboratório, as inflorescências foram armazenadas a 4°C para a realização das avaliações no dia seguinte.

Inicialmente foi efetuada a análise qualitativa da ordem de abertura das flores dentro das inflorescências de cada cultivar. Foi identificada a sequência de abertura floral através da observação do desenvolvimento dos botões florais, desde a completa expansão até a necrose inicial dos seus componentes, principalmente dos estames. As cultivares foram classificadas, segundo a ordem de abertura proposta por Dibuz (1998), em centrípetas, centrípetas variantes, centrífugas ou divergentes (Figura 1).

As inflorescências centrípetas apresentam a abertura iniciada pelas flores mais externas e inferiores da raque e, sequencialmente, das internas e apicais. O grupo das centrípetas variantes começa a abertura pela segunda flor mais externa na inflorescência, mas também segue a ordem de fora para dentro. As centrífugas, ao contrário, possuem como ordem inicial a abertura da flor mais interna e apical da raque da inflorescência e terminam com a abertura das flores mais externas e basais da inflorescência. As divergentes apresentam inflorescências com ordem de abertura centrípeta e centrífuga na mesma cultivar.

A massa fresca das mesmas 50 inflorescências foi obtida em balança digital com precisão de décimo de miligrama, contabilizadas as suas flores e, posteriormente, calculada a massa média das flores através da divisão da massa da inflorescência pelo número total de flores. Os estames e pistilos foram contabilizados e medidos longitudinalmente, com o uso de paquímetro digital, em 30 flores oriundas dessa amostra.

As frequências de anomalias florais oriundas da primeira e segunda florações foram registradas. No primeiro ano foram avaliadas as 30 flores da amostra utilizada para análise dos componentes florais e, nos dois anos seguintes, o número amostral foi consideravelmente aumentado e variável entre as cultivares. Essa variação no tamanho

amostral ocorreu em virtude da visualização a campo de mais anomalias que não foram registradas apenas com a amostra utilizada em laboratório durante o primeiro ano de realização dessa análise. As informações referentes ao tamanho amostral utilizado para a análise da frequência de anomalias florais oriundas de primeira e segunda floração de cada cultivar constam nas Tabelas 9 e 10 do item “4.1.1.3” dos Resultados e discussão.

Estames com formato e similaridade de pétalas, conhecidos por estames petaloides, foram considerados anômalos, sendo registrados individualmente para as seis cultivares analisadas nos três anos e durante as duas florações, quando existentes. Os dados de quantidade de estames petaloides por flor, em amostragem de 30 flores por cultivar e floração, foram convertidos em porcentagem da composição floral do verticilo do androceu com essa anomalia em relação ao número total de estames contabilizados.

As análises das inflorescências e flores foram realizadas na primeira floração das seis cultivares, emitidas a partir de gemas florais formadas no ano anterior e, em uma segunda floração que ocorreu em ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Santa Maria’. Essa segunda floração foi emitida a partir de ramos produzidos no ano, que após vegetarem, diferenciaram-se em primórdios florais e promoveram a emissão de inflorescências na porção terminal. O acompanhamento da emissão da primeira e segunda florações foi realizado durante o inverno e primavera dos três anos de avaliação e as datas das florações constam nas Tabelas 20 e 21 do item “4.1.4” dos Resultados e discussão.

As inflorescências oriundas da primeira floração foram removidas a campo no máximo comprimento do ramo com tesoura de poda. Posteriormente, mediante o uso de estilete, o excesso do comprimento foi removido no laboratório através da realização de incisão rente ao tecido lignificado do ramo do ano anterior (Figura 5.1), remanescendo as brácteas, folhas, flores e raque para a realização das análises.



FIGURA 5. Posição de corte para análise das inflorescências de primeira (1) e segunda (2) florações. Em detalhe, inflorescências da pereira europeia ‘Clapp’s Favourite’. Fotografias: Biane de Castro. São Francisco de Paula, RS. 2010/2011.

As inflorescências de segunda floração foram coletadas com os ramos ainda não lignificados por serem oriundas de crescimento ocorrido após a saída de dormência no mesmo ano de desenvolvimento. Foram separadas do ramo, mediante corte realizado em posição imediatamente superior à última folha sem flor oriunda daquela axila da raque, sendo também mantidas as folhas quando emitidas acompanhadas das flores (Figura 5.2) para a realização das análises laboratoriais.

Foi colhida uma amostra de inflorescências e ramos de ‘Abate Fetel’ com sintomas de necrose e senescência em 11/10/2011. O material foi encaminhado ao Laboratório de Diagnóstico Fitossanitário e Consultoria Agrônômica. O resultado do laudo de sanidade vegetal consta no Apêndice 5.

#### **b) Quantidade, viabilidade, tamanho e germinação dos grãos de pólen**

Inflorescências em estágio fenológico de “balão” (“E2”) foram coletadas para estimar a produção, a viabilidade, o tamanho e a germinação de grãos de pólen das diferentes cultivares. Os dados de produção e germinação dos grãos de pólen foram obtidos de ambas as florações de ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Santa Maria’ ocorridas em cada ano.

As análises foram realizadas no Laboratório de Citogenética e Eletroforese do Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia da Faculdade de Agronomia da UFRGS. Para realizar a estimativa da produção e germinação dos grãos de pólen, as flores foram coletadas tomando os cuidados com a coleta, acondicionamento e transporte, conforme citado no item “a” de Material e métodos.

Foram destacadas 50 anteras de 20 flores por unidade amostral, totalizando cinco repetições por cultivar, com a utilização de pinça para realizar a avaliação da estimativa da produção de grãos de pólen. As anteras foram acondicionadas em *eppendorfs* mantidos abertos por 48h, até a completa desidratação e deiscência. Foi adicionado 1 mL de ácido láctico a 85% em cada frasco, formando uma suspensão de grãos de pólen (NAVA, 2007).

De cada *eppendorf*, após agitação, retirou-se uma gota dessa suspensão e foi depositada sobre a câmara da placa de Neubauer. Foram confeccionadas cinco lâminas por cultivar em cada ano, sendo avaliadas em microscópio óptico com aumento de 40x. A estimativa numérica foi realizada mediante a contagem de grãos de pólen presentes nos cinco campos principais delimitados (FAORO, 2009), sendo realizadas cinco leituras por placa de Neubauer e calculado o valor médio.

Através da equação  $N_{pa} = (\sum C_n/n) \times (1/a) \times (v_s/v_c)$  foi obtida a estimativa da produção de grãos de pólen produzidos por antera, onde:  $N_{pa}$  = número médio de grãos de pólen contidos por antera;  $\sum C_n$  = somatório do número de grãos de pólen dos cinco campos principais da placa de Neubauer;  $n$  = número de campos avaliados da placa de Neubauer (5);  $a$  = número de anteras imersas na solução (50);  $v_s$  = volume de ácido láctico (1000 mm<sup>3</sup>); e  $v_c$  = volume da câmara da placa de Neubauer (0,1 mm<sup>3</sup>). Posteriormente, o número médio de grãos de pólen produzidos por flor ( $N_{pf}$ ) de cada cultivar foi extrapolado, calculando-se através da equação:  $N_{pf} = N_{pa} \times n_a$ , onde  $n_a$  = número médio de anteras por flor.

As amostras de flores coletadas para a avaliação da viabilidade dos grãos de pólen foram compostas de cinco repetições por cultivar. As flores foram acondicionadas em frascos contendo fixador FAA – composto por formaldeído (5%), ácido acético glacial (5%) e álcool etílico (90%) – imediatamente após a coleta no campo e mantidas por 24h em temperatura ambiente. Este material foi transferido para álcool etílico (70%) e armazenado a  $-18^{\circ}\text{C}$  para posterior confecção de lâminas.

Três anteras de uma flor foram retiradas em cada lâmina sob lupa, esmagadas e coradas em carmin propiônico. Foram confeccionadas quatro lâminas por repetição e avaliada, mediante visualização em microscópio óptico no aumento de 20x, a viabilidade de 2000 grãos de pólen por cultivar em cada ano. Os grãos de pólen foram considerados viáveis quando apresentavam a exina intacta e o citoplasma estava plenamente corado.

A medição dos grãos de pólen foi realizada por cultivar amostrada em 2009/2010 no plano visual cuja conformação se apresentava tendente ao formato prolado. Para a realização dessa análise, utilizando aleatoriamente uma das lâminas confeccionadas com a finalidade de estimar a viabilidade dos grãos de pólen, foram medidos os eixos polar (P) e equatorial (E) de 10 grãos de pólen plenamente desenvolvidos com uma ocular micrométrica, ampliados 100x.

A morfologia dos grãos de pólen foi obtida, através da razão dos eixos (P/E), conforme classificação de Salgado-Labouriau (1973). De acordo com o resultado da relação P/E, os grãos de pólen podem ter formato: peroblado (P/E = 0,50), oblado (P/E = 0,51 - 0,74), suboblado (P/E = 0,75 - 0,87), oblado esferoidal (P/E = 0,88 - 0,99), esférico (P/E = 1,00), prolado esferoidal (P/E = 1,01 - 1,14), subprolado (P/E = 1,15 - 1,33), prolado (P/E = 1,34 - 1,99) e perprolado (P/E = 2,00).

Para avaliação da germinação dos grãos de pólen *in vitro*, as anteras foram removidas das flores e secas até a completa deiscência em estufa, a  $25^{\circ}\text{C}$ , por 24h. Em

seguida, os frascos contendo os grãos de pólen foram tampados com algodão e armazenados em dessecador, contendo sílica gel na base, a  $-18^{\circ}\text{C}$ .

A confecção das lâminas foi realizada mediante o espalhamento homogêneo com o auxílio de um pincel de cerdas macias sobre o meio de cultura proposto por Gonçalves (2008) para testes de germinação com grãos de pólen de pereiras. Esse meio de cultura é composto por  $100\text{ g L}^{-1}$  de sacarose,  $10\text{ g L}^{-1}$  de ágar e  $200\text{ mg L}^{-1}$  de ácido bórico. Seis lâminas por cultivar foram elaboradas para cada ano de avaliação. As lâminas foram incubadas aos pares dentro das placas de Petri contendo na base papel filtro previamente umedecido com água destilada, simulando uma câmara de crescimento, por 24h a  $25\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  em câmara BOD.

Foram realizadas contagens de 100 grãos de pólen por lâmina em microscópio óptico e estes foram considerados viáveis quando apresentavam o crescimento do tubo polínico igual ou superior ao diâmetro do próprio grão de pólen. Posteriormente, os dados foram convertidos para porcentagem de grãos de pólen germinados.

### **c) Índice de abortamento de gemas florais, intensidade de floração, frutificação efetiva e frutos remanescentes na colheita**

As 100 gemas florais previamente marcadas nas 15 plantas de cada cultivar, na implantação do Experimento 1 (item “3.2.1.1” do Material e métodos), foram utilizadas para determinar o índice de abortamento a campo, a intensidade de floração, a frutificação efetiva e os frutos remanescentes na colheita. Durante a época de pleno florescimento (estádio fenológico “F2”), quando mais de 70% das flores estavam abertas, foi obtida a porcentagem de gemas abortadas (GA) oriundas das distintas estruturas de frutificação. Estas foram consideradas com o distúrbio fisiológico quando não haviam brotado e, eventualmente, não estavam mais aderidas à planta. Para a obtenção da intensidade de floração (IF), foi utilizada a fórmula:  $\text{IF} (\%) = 100 - \text{GA}$ .

Foram contabilizadas as gemas florais que originaram inflorescências no estágio fenológico “E2”. Após a queda natural dos frutos, no estágio fenológico “J”, foram realizadas as contagens dos frutos remanescentes. A partir desses dados foi calculada a frutificação efetiva, expressa pela porcentagem do número de frutos fixados em razão do número de inflorescências emitidas. A porcentagem de frutos remanescentes por gema no momento da colheita foi calculada em relação ao número inicial de inflorescências registradas.

#### d) Fenologia

No segundo e terceiro anos de avaliação, foram realizadas observações fenológicas detalhadas (Figura 6) das gemas florais responsáveis pela primeira floração. Foram consideradas para a análise, as 100 gemas florais previamente marcadas nas cinco cultivares, conforme item “3.2.1.1” do Material e métodos.



FIGURA 6. Estádios fenológicos do broto de flor, floração e frutificação de pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’. Broto de flor: aparecimento dos botões florais, com ao menos um visível (“D”); botões florais separados, rosados e fechados (“E”); botões florais com pelo menos um botão floral em fase de “balão” (“E2”). Floração: pelo menos uma flor aberta (“F”); maior parte das flores abertas (“F1”); todas as flores abertas e a última a recém esteve em antese (“F2”); todas as flores abertas e ao menos uma pétala desprendida (“G”). Frutificação: mais de 90% das flores sem as pétalas (“H”); frutificação efetiva (“I”); frutos com pelo menos 3 cm de diâmetro (“J”). Adaptado de Faoro (2009). Fotografias: Biane de Castro. São Francisco de Paula, RS. 2011/2012.

Foram considerados os diferentes estádios de desenvolvimento das inflorescências conforme a escala fenológica empregada por Faoro (2009). Os dados obtidos de duração dos estádios fenológicos foram agrupados em classes de broto de flor (“D” a “E2”), floração (“F” a “G”) e frutificação (“H” a “J”) e realizado o somatório de tempo transcorrido entre o início e o final das três classes.

Dentro do período de broto de flor, “D” correspondeu ao aparecimento dos botões florais, com ao menos um botão floral visível. Atribuiu-se “E” à separação dos botões florais, estando todos fora da gema e ainda pequenos, rosados e fechados, podendo as folhas estar estendidas. O estágio fenológico “E2” foi relacionado ao aparecimento de pelo menos um botão floral com pétalas brancas bem expandidas (estádio de “balão”), pouco antes à sua antese, podendo os demais botões florais estar ainda pequenos.

Durante a floração, “F” foi considerado o início da abertura das flores quando havia pelo menos uma flor em antese (aberta). Em “F1”, a maior parte das flores estava aberta, podendo alguns botões florais estar fechados; e em “F2”, todas as flores estavam abertas e a última recém havia estado em antese, sendo estimada a plena floração como o momento em que 70% das gemas florais encontravam-se neste estágio fenológico. No estágio fenológico “G”, a gema apresentava todas as flores abertas, uma ou algumas flores exibiam pelo menos uma pétala caída e, eventualmente, havia o intumescimento de algumas corolas, sendo considerado o final da floração quando 90% das gemas estavam em “G”.

No período de frutificação, “H” ocorreu quando mais de 90% das flores da gema ficaram sem pétalas e “H1” foi atrelado à ausência total de pétalas. A frutificação efetiva foi atribuída ao estágio fenológico “I”; e “J” foi vinculado à condição em que os frutos apresentassem maior desenvolvimento, com pelo menos 3 cm de diâmetro.

As datas e durações de primeira floração foram estimadas utilizando a análise de porcentagem de inflorescências com uma flor aberta (10%, 70% e 90% de inflorescências

com uma flor aberta corresponderam, respectivamente, ao início, plena e final da floração) e com a utilização dos estádios fenológicos de início (“F”), plena (“F2”) e final (“G”) da floração pela escala fenológica desenvolvida por Faoro (2009). A partir dessas observações, realizou-se um comparativo através da diferença de duração da floração entre os distintos métodos.

As datas e durações da segunda floração de ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Santa Maria’ foram acompanhadas apenas pelo uso de porcentagens de inflorescências com uma flor aberta. A ocorrência da primeira e segunda florações foi monitorada durante as estações hibernal e primaveril dos três anos de análise.

Segundo a metodologia descrita no item “3.2” de Experimentos, obteve-se a soma de graus-dia (GD) ocorridos na primeira e segunda florações. Foram considerados os distintos métodos de análise fenológica para a realização dessa estimativa e os dados expostos conjuntamente.

#### **e) Variáveis produtivas**

As datas de colheita foram 29/12/2009, 14/01/2011 e 09/01/2012, determinadas a partir da condição na qual o agricultor optasse por colher os frutos dos genótipos mais precoces, seguindo critérios fisiológicos do ponto de maturação e também aspectos comerciais. Os frutos produzidos nas plantas marcadas foram contabilizados, sendo coletadas amostras de seis frutos oriundos da primeira floração por cultivar. As amostras foram transportadas ao Laboratório de Pós-Colheita do Departamento de Horticultura e Silvicultura da Faculdade de Agronomia da UFRGS e armazenadas a 4°C para a realização das avaliações nos dias imediatamente subsequentes à colheita.

A massa média dos frutos foi obtida em balança eletrônica com precisão de centésimo de grama. A partir da contagem prévia dos frutos produzidos por planta e da obtenção da massa média dos frutos, foi estimada a massa total dos frutos produzidos por

planta e extrapolada para produtividade, utilizando-se a densidade de plantio de cada cultivar.

A coloração da epiderme na face esverdeada das peras foi obtida pelo uso de colorímetro digital Minolta, CR400, através dos valores  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ . Realizou-se uma leitura da epiderme no eixo longitudinal do fruto por amostra. O valor de  $L^*$  indica luminosidade, em uma escala que varia do preto (0) ao branco (100); os parâmetros  $a^*$  e  $b^*$  correspondem à cromaticidade, com valores que vão de -60 a 60, sendo  $a^*$  um valor que varia do verde ao vermelho e  $b^*$  um valor que compreende do azul ao amarelo.

O diâmetro equatorial dos frutos foi medido através do uso de um paquímetro digital. Logo após a remoção da epiderme em dois lados diametralmente opostos na porção transversal de cada fruto, a firmeza de polpa foi mensurada com um penetrômetro manual acoplado em uma ponteira de 8 mm de diâmetro e obteve-se a média entre os dois valores. Posteriormente, os dados foram convertidos de  $\text{kg cm}^{-2}$  para Newton (N).

As sementes foram extraídas e classificadas em viáveis e inviáveis, segundo o endosperma propiciar a aparência visual de, respectivamente: sementes completamente preenchidas, estando potencialmente aptas à germinação; ou sementes com material de reserva incompleto, aspecto chocho (vazio) e, geralmente, de menores dimensões. Separadamente, as categorias de sementes viáveis e inviáveis foram contabilizadas por fruto e submetidas à balança, com resolução de décimo de miligrama, para a obtenção das massas.

A fecundidade dos frutos foi avaliada, segundo a escala de Nyéki e Soltész (1998), em: muito baixa (0,1 a 1,0 sementes viáveis por fruto), baixa (1,1 a 3,0 sementes viáveis por fruto), intermediária (3,1 a 5,0 sementes viáveis por fruto) e alta (5,1 a 10,0 sementes viáveis por fruto). A estimativa da tendência à partenocarpia foi realizada segundo Nyéki *et al.* (1998), que classificaram as cultivares em: a) sem tendência ou não suscetível: 0% de frutos fixados sem sementes viáveis; b) com tendência muito baixa: 0,1% a 1,0% de frutos

sem sementes viáveis; c) com tendência baixa: 1,1% a 5,0% de frutos sem sementes viáveis; d) com tendência intermediária: 5,1% a 10,0% de frutos sem sementes viáveis; e) com tendência alta: 10,1% a 20,0% de frutos sem sementes viáveis; f) tendência muito alta: mais do que 20,1% de frutos sem sementes viáveis.

Análises químicas dos frutos foram realizadas após a obtenção de polpa homogênea em liquidificador. O teor de sólidos solúveis (SS) foi determinado utilizando duas gotas da amostra homogeneizada em refratômetro digital portátil com a função de compensação automática de temperatura, modelo Pocket PAL-1 e expresso em °Brix.

Através do uso de um peagâmetro digital Digimed, DM-20, provido de termo-compensador, o pH e a acidez titulável (AT) foram obtidos com o uso de uma amostra de 6 g da polpa homogeneizada. A AT foi avaliada pela titulação em solução de NaOH 0,1N até a obtenção de pH 8,1. Expressa em gramas de ácido málico por litro de polpa ( $\text{g L}^{-1}$ ), a acidez titulável foi atribuída com a equação:  $AT = (V \times N \times F \times 100) / G$ , onde: V = volume da solução de NaOH gasto na titulação (mL); N = normalidade da solução de NaOH (0,1 N); F = fator de conversão para ácido málico (0,6705); G = massa da amostra titulada (6 g). A relação SS/AT foi determinada a partir das avaliações prévias de SS e AT.

### **3.2.1.3 Análise estatística**

O delineamento experimental adotado foi parcelas subdivididas no tempo, tendo nas parcelas principais o efeito dos seis genótipos e nas subparcelas os três anos de avaliação. As comparações entre florações foram realizadas em análise fatorial, considerando como fatores as cultivares (três) e as florações (duas).

O número de repetições adotado foi de: 10 repetições para a caracterização das gemas; 50 repetições para análise das inflorescências; 30 repetições para as avaliações das flores; cinco repetições para as estimativas de viabilidade e de quantidade produzida de grãos de pólen; seis repetições para a comparação da germinação dos tubos polínicos, 10

repetições para averiguação das dimensões dos grãos de pólen; 15 repetições para acompanhamento da frutificação efetiva, abortamento de gemas, intensidade de floração e frutos remanescentes na colheita; e seis repetições para verificação das variáveis produtivas.

Os dados foram submetidos à análise de variância e, no caso de diferença significativa, comparadas as médias dos tratamentos pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro. Os coeficientes de correlação de Pearson foram estimados entre os parâmetros de avaliação das inflorescências.

### **3.2.2 Experimento 2: biologia reprodutiva da pereira europeia ‘Clapp’s Favourite’**

Foram realizados três ensaios simultâneos durante a primeira e segunda florações da pereira europeia ‘Clapp’s Favourite’ em 2010/2011 e 2011/2012. O primeiro ensaio consistiu na investigação do sistema reprodutivo, com enfoque no mecanismo de polinização, na fixação de frutos, na fecundidade dos mesmos e na incidência de partenocarpia durante a segunda floração. No segundo ensaio, foi acompanhada a duração da receptividade estigmática em diferentes estágios de desenvolvimento da flor na primeira e segunda florações. O terceiro ensaio baseou-se na observação dos visitantes florais nas condições locais durante a primeira floração.

#### **3.2.2.1 Implantação**

##### **a) Ensaio 1: auto e alo cruzamentos**

Para as determinações do mecanismo de polinização e fixação dos frutos no pomar, foram demarcadas 100 inflorescências durante a segunda floração de pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’ que apresentassem algum botão floral na Fase Fenológica da Flor em “balão” (“3F3”). O ensaio foi implantado em 03/10/2010 e 06/10/2011.

Deixou-se somente essa flor por inflorescência, sendo as demais removidas. A excisão das outras flores da inflorescência e a emasculação floral foram realizadas com o auxílio de uma pinça, sendo retirados neste processo as pétalas e os estames da flor remanescente. Submetidas aleatoriamente a um dos seguintes tratamentos, as flores foram:

- T1) emasculadas e deixadas sob efeito do ambiente;
- T2) emasculadas e alopolinizadas;
- T3) emasculadas, alopolinizadas e ensacadas com papel Kraft;
- T4) emasculadas, autopolinizadas e ensacadas com papel Kraft;
- T5) emasculadas e ensacadas com papel Kraft;
- T6) emasculadas e ensacadas com tecido voal;
- T7) não emasculadas e ensacadas com papel Kraft;
- T8) não emasculadas e ensacadas com tecido voal;
- T9) não emasculadas e alopolinizadas;
- T10) não emasculadas e deixadas sob o efeito do ambiente (testemunha).

Os grãos de pólen de ‘Abate Fetel’ e ‘Clapp’s Favourite’ foram previamente coletados, secos e armazenados no mesmo ano, como descrito no item “c”, relativo ao Material e métodos do Experimento 1. Durante o deslocamento e manipulação dos grãos de pólen, eles foram acondicionados dentro de recipientes em dessecador portátil de campo contendo sílica gel no fundo, dentro de uma caixa de isopor com gelo disposto na base.

A polinização manual foi realizada mediante o uso de pincel de cerdas macias, transferindo os grãos de pólen dos recipientes para os estigmas. Após a autopolinização com ‘Clapp’s Favourite’, o pincel foi lavado com álcool, água e depois seco, para que então fosse realizada a polinização cruzada (alopolinização), utilizando-se os grãos de pólen de ‘Abate Fetel’ nas pereiras ‘Clapp’s Favourite’.

Nos tratamentos em que se realizou o ensacamento, este método foi empregado imediatamente após a emasculação e polinização (Figura 7). As aberturas das diferentes

coberturas utilizadas para o ensacamento foram presas com a torção de arames nos ramos das plantas até o completo fechamento.



FIGURA 7. Ensacamentos realizados com papel Kraft (1) e voal (2) em pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’. Fotografias: Biane de Castro. São Francisco de Paula, RS. 2010/2011.

Os tratamentos foram empregados com o intuito de verificar a possibilidade de polinização alógama aberta (T1 e T10) e direcionada com grãos de pólen de ‘Abate Fetel’ (T2, T3 e T9); e autopolinização manual e forçada em, respectivamente, T4 e T7. O uso de papel Kraft (Figura 7.1) visou impedir a polinização anemófila e entomófila (T3 a T5 e T7) e verificar uma possível ocorrência de partenocarpia (T5). Para a averiguação da polinização anemófila, o tecido voal (Figura 7.2) de perfurações 250  $\mu\text{m}$  x 250  $\mu\text{m}$  foi utilizado (T6 e T8) por impedir o acesso de insetos sem barrar a passagem dos grãos de pólen por intermédio da ação dos ventos.

### **b) Ensaio 2: receptividade estigmática**

Em outras 18 inflorescências também foram realizadas a remoção das demais flores, e mantido um botão floral por inflorescência na mesma Fase Fenológica da Flor em “balão” (“3F3”) durante a segunda floração da pereira europeia ‘Clapp’s Favourite’. A emasculação, a polinização cruzada com ‘Abate Fetel’ e o ensacamento com papel Kraft

foram efetivados, conforme descrito no item anterior “a”, para evitar a entomofilia, a anemofilia e a autopolinização.

Visando acompanhar a continuidade da receptividade estigmática, três desses sacos foram abertos em cada período decorrido de “3F3” e os estigmas florais polinizados manualmente com o uso de pincel de cerdas macias. A polinização foi realizada aos: 0, 2, 4, 6, 8 e 10 dias após a Fase Fenológica da Flor de botão floral em “balão” (“3F3”).

A abertura das flores foi realizada, em 2010/2011, nos dias 29/10/2010, 01 e 05/11/2010. A primeira data de abertura correspondeu aos dias de polinização “2”, “4”, “6” e “10” (polinização realizada em, respectivamente, 31/10/2010, 02/11/2010, 04/11/2010 e 08/11/2010), a segunda data ao dia “8” (transferência dos grãos de pólen efetuada em 09/11/2010) e a última ao dia “0” transcorrido de “3F3” (alocruzamento efetivado em 05/11/2010).

Em 2011/2012, as flores foram abertas e ensacadas em 18/10/2011 e 23/10/2011, sendo polinizadas em 23/10/2011, 25/10/2011 e 27/10/2011. As polinizações realizadas na primeira data corresponderam, em sequência cronológica decorrida de “3F3”, aos dias “0” e “6”; na segunda data, ao acompanhamento da receptividade estigmática decorridos “2” e “8” dias de “3F3”; e, na terceira data, à transferência dos grãos de pólen após “4” e “10” dias de “3F3”.

Após 24h de cada data em que a polinização foi realizada nos dois anos de condução experimental, as flores foram coletadas e fixadas em solução de glutaraldeído (1%) e formaldeído (4%) em tampão fosfato de sódio 0,1M, pH 7,2 (MCDOWELL & TRUMP, 1976). As amostras foram mantidas nessa solução por 24 h à temperatura ambiente e posteriormente estocadas a 4°C.

Paralelamente foram realizadas coletas de, no mínimo, cinco flores oriundas da primeira floração de ‘Clapp’s Favourite’ em cada Fase Fenológica da Flor ou “3Fx”, denominação oriunda da abreviação das iniciais dessa nomenclatura (Figura 8). Essa escala

foi originalmente desenvolvida por Faoro (2009) para a caracterização da fenologia das pereiras japonesas (Figura 2).



FIGURA 8. Classes e Fases Fenológicas da Flor (“3Fx”) de pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’. Flores fechadas: botão rosado e recém-emergido da gema (“3F1”); botão floral pouco rosado e crescido (“3F2”); botão floral em fase de “balão” (“3F3”). Flores abertas e a maioria das anteras avermelhadas: botão floral recém-aberto e com pétalas ainda curvadas (“3F4”); botão floral com pétalas bem estendidas e anteras vermelhas (“3F5”); botão floral com pétalas bem estendidas e três a cinco anteras pretas (“3F6”). Flores abertas, com ou sem pétalas e a maioria das anteras enegrecidas: botão floral com pétalas bem estendidas e com mais da metade das anteras pretas (“3F7”); botão floral com uma ou mais pétalas caídas e todas as anteras pretas (“3F8”); botão floral sem pétalas e com todas as anteras pretas (“3F9”). Adaptado de Faoro (2009). Fotografia: Biane de Castro. São Francisco de Paula, RS. 2011/2012.

A escala subdivide-se em três classes: flores fechadas (Fases Fenológicas da Flor “3F1” a “3F3”), flores abertas com quase todas as anteras avermelhadas (Fases Fenológicas da Flor “3F4” a “3F6”) e flores abertas, com ou sem pétalas e anteras enegrecidas (Fases Fenológicas da Flor “3F7” a “3F8”). Quando a flor está fechada, passa pela Fase Fenológica da Flor “3F1”, em que o botão floral fica rosado ao recém emergir da gema, relacionado aos estádios fenológicos “E” e “E2” da gema floral (Figura 6). Em “3F2”, o botão floral fica pouco rosado e com crescimento aproximado da metade da distância do ápice da flor em fase de “balão”, relacionado aos estádios fenológicos “E2” e

“F” da gema floral. O botão floral em “3F3” corresponde à fase de “balão”, imediatamente antes de sua antese e relacionado aos estádios fenológicos “F” e “F2” da gema floral.

Com a abertura da flor, cujas anteras estão quase todas avermelhadas, esta passa a “3F4” com as pétalas ainda curvadas, relacionada aos estádios fenológicos “F” e “F2” da gema floral. Em “3F5”, o botão floral apresenta as pétalas bem estendidas e todas as anteras avermelhadas, relacionado aos estádios fenológicos “F2” e “G” da gema floral. A Fase Fenológica da Flor “3F6” corresponde ao botão floral com pétalas bem estendidas, com três a metade das anteras pretas, relacionado aos estádios fenológicos “F2” e “G” da gema floral.

Ocorre “3F7” com a completa extensão das pétalas e o enegrecimento de mais da metade das anteras da flor, relacionado aos estádios fenológicos “F2” e “G” da gema floral. Em “3F8”, após a queda de uma ou mais pétalas, o botão floral apresenta todas as anteras enegrecidas, relacionado aos estádios fenológicos “G” e “H” da gema floral. O botão floral fica totalmente sem pétalas e com as anteras enegrecidas em “3F9”, também correspondendo aos estádios fenológicos “G” e “H” da gema floral.

Após a remoção das flores nas distintas Fases Fenológicas da Flor, os estigmas foram imediatamente testados quanto à receptividade estigmática em 25/09/2010 (2010/2011). Essa análise foi realizada a campo, mediante o emprego de peróxido de hidrogênio (10 volumes) aos estigmas florais, segundo a metodologia proposta por Dafni (1992).

### **c) Ensaio 3: visitantes florais**

A partir da antese das flores oriundas da primeira floração de ‘Clapp’s Favourite’, foram realizados observações dos visitantes florais aleatoriamente ao longo de duas fileiras de plantas do pomar por dois observadores. Os visitantes florais foram registrados através de imagens e vídeos desde as 8h até às 18h, principalmente das 11h às 14h, quando

apresentavam a máxima atividade e em dias com condições ambientais favoráveis, caracterizadas pela ausência de precipitação pluviométrica e ventos fortes.

Os registros foram realizados por, no mínimo, 30 horas, durante 10 dias, em cada ano de análise. Para avaliar a diversidade da entomofauna visitante das flores, os insetos na fase adulta visualizados durante a plena floração primária em 2010/2011 (23/09/2010) também foram capturados e armazenados em álcool 70% para posterior montagem e identificação.

### **3.2.2.2 Parâmetros avaliados**

Foi avaliado o número de gemas com frutos remanescentes decorrentes dos tratamentos empregados no teste de auto e alo Cruzamentos (Ensaio 1). Os estádios fenológicos para a realização dessa avaliação foram “J”, em que os frutos apresentavam diâmetro superior a 3 cm (03/11/2010 e 25/11/2011) e na colheita (14/01/2011 e 09/01/2012). Esses valores foram convertidos para porcentagens, em razão do número inicial de inflorescências no momento da implantação do experimento.

Os frutos foram colhidos e levados ao Laboratório de Pós-Colheita do Departamento de Horticultura e Silvicultura da Faculdade de Agronomia da UFRGS, onde foram armazenados a 4°C. As sementes foram extraídas dos frutos e contabilizadas conforme a viabilidade ou inviabilidade e os frutos foram classificados quanto à fecundidade e tendência à partenocarpia, conforme descrito no item “e”, referido em Material e métodos do Experimento 1.

No teste de receptividade estigmática (Ensaio 2), os recipientes contendo as flores polinizadas e fixadas foram tratadas no Laboratório de Anatomia Vegetal (LAVeg) do Departamento de Botânica do Instituto de Biociências da UFRGS com a finalidade de realizar as análises. As flores foram lavadas em água destilada por cinco minutos e dissecadas para a remoção dos tecidos e partes florais mais externas sob microscópio

estereoscópico Wild M7A. Os pistilos foram extraídos e seccionados longitudinalmente com o intuito de expor os rudimentos seminiais.

Os pistilos foram mantidos em solução de hidróxido de sódio (9M) em placa de Petri por um período de 24h, à temperatura ambiente, para clareamento dos tecidos. Após, os pistilos foram lavados novamente em água destilada e transferidos para uma solução de hipoclorito de sódio a 50% do produto comercial, o qual contém 3% de princípio ativo, por um período de 10 minutos, até que os tecidos estivessem clareados.

A seguir, os pistilos foram novamente lavados em água destilada e delicadamente colocados com a ponta de um pincel de cerdas extremamente macias, instrumento que passou a ser utilizado para a manipulação dos pistilos, em *ependorfs* contendo cloral hidratado aquoso a 5%, nos quais permaneceram por 24h. Foi realizada nova limpeza dos pistilos em água destilada, com submersão por cinco minutos, sendo transferidos para outros *ependorfs* contendo azul de anilina 0,1% em tampão fosfato de potássio dibifásico (pH 8,5), corando por um período de 24h.

Para o exame do material em microscopia de epifluorescência, foram utilizadas lâminas escavadas, onde os pistilos foram submersos em azul de anilina 0,1% em tampão fosfato de potássio (pH 8,5) e cobertos com lamínula. Para a detecção da receptividade estigmática, o material foi ampliado 20x, sob microscópio de fluorescência Leica DMR. Foi utilizado um filtro UV com comprimento de onda entre 355-425 nm.

A receptividade estigmática foi estimada pela detecção da fase de acoplamento do gametófito masculino. Foram observados quatro estigmas por flor em três flores polinizadas a cada um dos seis tempos, totalizando 12 estigmas avaliados por período de polinização a partir de “3F3” (“balão” floral).

As observações a campo da receptividade estigmática foram realizadas mediante o uso de lupa portátil de mão, com aumento de 20x, à sombra. Os estigmas foram considerados receptivos quando o peróxido de hidrogênio se mostrava reativo em pelo

menos um deles, através da sua decomposição em contato com o tecido vivo, liberando gás oxigênio, o que visualmente foi identificado pela formação de pequenas bolhas.

Os visitantes florais da primeira floração visualizados no Ensaio 3 foram determinados até o menor nível taxonômico possível no Laboratório de Palinologia da Universidade Luterana do Brasil (ULBRA). As identificações foram obtidas mediante análise das amostras de insetos coletados em 2010/2011, bem como dos registros de imagens e vídeos realizados a campo em 2010/2011 e 2011/2012.

Os insetos coletados na plena floração primária de pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’ em 2010/2011 compuseram uma coleção entomológica de visitantes florais, a qual é mantida no acervo do Museu de Entomologia Professor Ramiro Gomes Costa (MRGC) pela Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO). As numerações de identificações dos insetos desta coleção constam na Tabela 34 do item “4.2.3” – Visitantes florais (Resultados e discussão).

### **3.2.2.3 Análise estatística**

Os ensaios de polinização e receptividade estigmática das flores oriundas de segunda floração de pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’ realizados em 2010/2011 e 2011/2012, compreenderam, respectivamente, 10 (flores) e 12 (estigmas) repetições. Os resultados experimentais foram submetidos à análise de variância, segundo modelo de delineamento inteiramente casualizado.

As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro, no caso de diferença significativa. Os dados foram transformados em {arco cosseno  $[(\sqrt{x}) / 100]$ } para a realização da análise estatística e são apresentados na escala original.

### 3.2.3 Experimento 3: uso de fitorreguladores em pereira europeia ‘Clapp’s Favourite’

#### 3.2.3.1 Implantação

Nesse trabalho a campo foi testado o uso de diferentes fitorreguladores sobre o florescimento e a frutificação da pereira europeia ‘Clapp’s Favourite’. Foram selecionadas 64 plantas com vigor e estruturas de frutificação similares em 17/09/2009, sendo marcados dois ramos frutíferos por planta após a poda seca efetuada em cada ano de avaliação.

Os produtos foram aplicados no início da queda das pétalas (estádio fenológico “G”) e cerca de um mês mais tarde, quando os frutos apresentavam aproximadamente 3 cm de diâmetro (estádio fenológico “J”). Estas datas corresponderam a 25/09/2009, 29/09/2010 e 30/09/2011 no estágio “G”; e no estágio “J”, as aplicações foram realizadas em 29/10/2009, 01/11/2010 e 29/10/2011. Os tratamentos utilizados neste experimento foram:

T1 - Testemunha (água);

T2 - Proexadiona de cálcio ( $2,40 \text{ g L}^{-1} \text{ i. a.}$ );

T3 - Ácido giberélico ( $10,00 \text{ mg L}^{-1} \text{ i. a.}$ );

T4 - Citocinina ( $16,92 \text{ mg L}^{-1} \text{ i. a.}$ ) combinada com ácidos giberélicos ( $16,92 \text{ mg L}^{-1} \text{ i. a.}$ );

T5 - Proexadiona de cálcio ( $2,40 \text{ g L}^{-1} \text{ i. a.}$ ) + ácido giberélico ( $10,00 \text{ mg L}^{-1} \text{ i. a.}$ );

T6 - Proexadiona de cálcio ( $2,40 \text{ g L}^{-1} \text{ i. a.}$ ) + citocinina ( $16,92 \text{ mg L}^{-1} \text{ i. a.}$ ) combinada com ácidos giberélicos ( $16,92 \text{ mg L}^{-1} \text{ i. a.}$ );

T7 - Ácido giberélico ( $10,00 \text{ mg L}^{-1} \text{ i. a.}$ ) + citocinina ( $16,92 \text{ mg L}^{-1} \text{ i. a.}$ ) combinada com ácidos giberélicos ( $16,92 \text{ mg L}^{-1} \text{ i. a.}$ );

T8 - Proexadiona de cálcio ( $2,40 \text{ g L}^{-1} \text{ i. a.}$ ) + ácido giberélico ( $10,00 \text{ mg L}^{-1} \text{ i. a.}$ ) + citocinina ( $16,92 \text{ mg L}^{-1} \text{ i. a.}$ ) combinada com ácidos giberélicos ( $16,92 \text{ mg L}^{-1} \text{ i. a.}$ ).

A proexadiona de cálcio (PCa) foi pulverizada com o produto comercialmente denominado Viviful<sup>®</sup>, originalmente com a concentração de 27,50% de ingrediente ativo e de apresentação granulada. Os ácidos giberélicos foram aplicados sob a forma de AG<sub>3</sub> e como AG<sub>4+7</sub> combinado com a citocinina 6-benziladenina (6-BA), vendidos, respectivamente, como Pro-Gibb<sup>®</sup> (10,00% de AG<sub>3</sub>) em pó e Promalin<sup>®</sup> (1,88% de AG<sub>4+7</sub> e 1,88% de 6-BA) sob a forma de solução concentrada.

A calda foi preparada mediante o uso do produto comercial diluído apenas em água coletada de uma vertente natural da propriedade. Realizou-se a aplicação com pulverizador costal manual com capacidade de 20 litros. O produto foi aplicado diretamente sobre toda a copa da planta, até o completo molhamento, gastando-se proporcionalmente ao volume de calda de 6000 L ha<sup>-1</sup> na pulverização das pereiras.

Uma amostra da água utilizada para pulverização foi recolhida em 29/10/2009 e enviada para análise no Laboratório de Análises de Solo da Faculdade de Agronomia da UFRGS, com o intuito de verificar a sua adequação para a aplicação de fitorreguladores. O resultado encontra-se no Apêndice 6. Análises do solo e das folhas também foram realizadas pelo mesmo laboratório e constam, respectivamente, nos Apêndices 7 e 8. A coleta do solo foi realizada em 03/02/2011 e das folhas em 17/01/2011 e 26/01/2012.

### **3.2.3.2 Parâmetros avaliados**

Efetou-se a contagem total de flores e inflorescências contidas nos ramos antecipadamente assinalados. Aos 30 e 60 dias após a plena floração (DAPF), foram contabilizados os frutos remanescentes nas plantas. A frutificação efetiva foi calculada, expressa pela porcentagem do número de frutos fixados em razão do número de inflorescências inicialmente emitidas.

Em 11/01/2010, 10/02/2011 e 26/01/2012 foram medidos a altura das plantas e o diâmetro do caule 10 cm acima do ponto de enxertia, local marcado com tinta na safra

2009/2010 para que nos anos subsequentes fosse avaliado o mesmo ponto. O comprimento da brotação dos ramos previamente marcados também foi avaliado nas mesmas datas dos últimos dois anos. A altura das plantas e o comprimento dos ramos foram obtidos por fita métrica e o diâmetro com o uso de paquímetro digital.

No momento da colheita, todos os frutos produzidos nas plantas marcadas foram colhidos e contabilizados. As datas de colheita, condições de armazenamento dos frutos e demais análises dos parâmetros produtivos foram as mesmas do item “e” do Experimento 1. No Experimento 3 também foi realizada a avaliação da coloração da epiderme na face avermelhada dos frutos.

### 3.2.3.3 Análise estatística

O delineamento experimental para o teste dos fitorreguladores em pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’ foi realizado em blocos casualizados (Figura 9). Utilizaram-se quatro repetições por tratamento, sendo cada unidade experimental composta por duas plantas.



FIGURA 9. Pulverização dos fitorreguladores nas pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’ utilizando delineamento em blocos casualizados (I a IV). Fotografia: Biane de Castro. São Francisco de Paula, RS. 2010/2011.

Os resultados foram submetidos ao teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro, no caso de significância na comparação entre as médias dos tratamentos. Os dados de produção por planta, produtividade, massa e diâmetro dos frutos foram transformados em {arco cosseno  $[(\sqrt{x})/100]$ } para a realização da análise estatística e são apresentados na escala original.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Inicialmente, os dados obtidos nas avaliações de caracterização do comportamento produtivo das pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’, ‘Rocha’, ‘Santa Maria’ e ‘William’s’ nas safras 2009/2010, 2010/2011 e 2011/2012 são apresentados. A seguir, são abordados os resultados alcançados no ensaio de biologia reprodutiva de pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’, referentes aos cruzamentos realizados, análise da receptividade estigmática e identificação dos visitantes florais em 2010/2011 e 2011/2012. Na sequência, as respostas desta cultivar aos testes realizados com fitorreguladores, de 2009/2010 a 2011/2012, são expostas.

### **4.1. Experimento 1: caracterização do comportamento produtivo de pereiras europeias**

#### **4.1.1 Caracterização das gemas, inflorescências e flores**

##### **4.1.1.1 Gemas**

Na Tabela 1 constam as caracterizações do diâmetro da gema floral e do número de escamas presentes por gema floral de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’, ‘Santa Maria’ e ‘William’s’ em 2010/2011 e 2011/2012. As gemas florais de ‘William’s’ apresentaram maior diâmetro que as demais cultivares em 2010/2011, à exceção das gemas florais de ‘Santa Maria’ que tiveram largura similar.

‘Clapp’s Favourite’ apresentou o menor diâmetro de gemas florais, sem, contudo, diferir da largura de gemas florais observadas em ramos de ‘Abate Fetel’ e ‘Packham’s Triumph’.

TABELA 1. Diâmetro e número médio de escamas de gemas florais de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’, ‘Santa Maria’ e ‘William’s’. São Francisco de Paula, RS. 2010/2011-2011/2012.

Cultivar	Diâmetro da Gema Floral (mm)	
	28/08/2010 (2010/2011)	12/09/2011 (2011/2012)
Abate Fetel	4,68 bc A	3,48 d B
Clapp’s Favourite	4,15 c A	4,40 c A
Packham’s Triumph	4,66 bc B	6,22 a A
Santa Maria	5,13 ab A	3,36 d B
William’s	5,72 a A	5,52 b A
CV (%)	10,71	
Cultivar	Escamas (n°)	
	28/08/2010 (2010/2011)	12/09/2011 (2011/2012)
Abate Fetel	9,10 bc A	6,90 c B
Clapp’s Favourite	9,60 ab A	8,00 bc B
Packham’s Triumph	8,40 c B	9,80 a A
Santa Maria	10,30 a A	9,70 a A
William’s	10,50 a A	9,20 ab B
CV (%)	14,32	

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo Teste de Tukey.

As diferenças detectadas podem indicar a variabilidade causada pela amostragem de distintos tipos de gemas florais que ocorrem nessas cultivares. ‘Santa Maria’ e ‘William’s’, que no presente experimento apresentaram as maiores dimensões de gemas florais em 2010/2011, pertencem ao primeiro grupo de hábito de frutificação das pereiras. Segundo Musacchi (2007), esse grupo inicia a produção pela formação de brindilas coroadas – ramos produtivos de um ano – as quais perfazem 90% do local de ocorrência da frutificação em plantas jovens. Posteriormente, as brindilas coroadas passam a responder por 70% do local de produção e a frutificação também incide sobre lamburdas, responsáveis por 30% da formação dos frutos.

Por sua vez, ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Packham’s Triumph’ frutificam essencialmente em lamburdas e apresentaram dimensão de gema floral similar nas condições do pomar avaliado em 2010/2011. Conforme Musacchi (2007) e Brighenti (2011), ‘Abate Fetel’ e ‘Packham’s Triumph’ pertencem ao segundo grupo de hábito de frutificação. Cerca de 80% dos ramos produtivos apresentam um ano em plantas jovens, passando para 85% de frutificação em ramos de dois a três anos com o avanço da idade dessas plantas e que necessitam ser renovados periodicamente.

Segundo Brighenti (2011), a diferença principal entre essas duas cultivares é que ‘Abate Fetel’ frutifica em lamburdas e brindilas curtas sobre ramos de até quatro anos, enquanto que ‘Packham’s Triumph’ produz frutos em lamburdas e brindilas, principalmente, sobre ramos de dois anos de idade. Contudo, no presente experimento essa diferença de idade e comprimento dos ramos produtivos não ocasionou alterações no calibre das gemas florais de ‘Abate Fetel’ e ‘Clapp’s Favourite’.

Conforme Musacchi (2007), nas pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’, cultivar que está enquadrada como pertencente ao quarto grupo de hábito de frutificação, 70% da produção de plantas jovens se dá sobre lamburdas formadas em ramos de dois anos, passando a 90% da frutificação sobre ramos velhos em árvores adultas, os quais podem permanecer produtivos por muito tempo. A frutificação de ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Packham’s Triumph’ ocorre em estruturas produtivas similares sobre ramos de mais idade, fatores estes que podem ser compreendidos como condicionantes à formação de gemas florais com diâmetros compatíveis, como verificado durante o primeiro ano de avaliação.

Em 2011/2012, as gemas florais de ‘Packham’s Triumph’ passaram a apresentar maior largura em relação às outras cultivares, sendo seguidas pelas de ‘William’s’ com o segundo maior calibre. ‘Santa Maria’ – contrariamente ao ciclo anterior em que apresentou

uma das maiores dimensões de gemas florais – conjuntamente com ‘Abate Fetel’ exibiram os menores diâmetros no segundo ano.

Comparando-se o diâmetro das gemas entre os distintos anos, ‘Abate Fetel’ e ‘Santa Maria’ tiveram o calibre reduzido das gemas florais em 2011/2012. ‘Packham’s Triumph’, ao contrário, apresentou um aumento da largura de suas gemas florais no segundo ano, quando confrontados os dados deste parâmetro com os de 2010/2011.

‘William’s’ e ‘Santa Maria’ exibiram maior número de escamas emitidas por gema floral do que ‘Abate Fetel’ e ‘Packham’s Triumph’ no primeiro ano de avaliação. As pereiras ‘William’s’ possuem início do desenvolvimento tardio em relação às pereiras ‘Packham’s Triumph’, conforme observado em Veranópolis por Simonetto e Grellmann (1994), mesmo com similar requerimento em frio para a brotação das gemas (BRIGHENTI, 2012). A condição de análoga exigência em frio hibernal entre ‘Packham’s Triumph’ e ‘William’s’ poderia levar à suposição de que apresentariam semelhante recobrimento por escamas, já que essa é uma estrutura de proteção da planta contra as baixas temperaturas. O oposto foi observado, situação em que ‘William’s’ apresentou maior quantidade de escamas do que ‘Packham’s Triumph’.

No segundo ano de avaliação, no entanto, ‘Abate Fetel’ apresentou menos escamas do que ‘Packham’s Triumph’, ‘Santa Maria’ e ‘William’s’. Como o número de escamas de ‘Abate Fetel’ foi similar ao de ‘Clapp’s Favourite’, ambas cultivares de ciclo precoce (WESTWOOD, 1993), o menor número dessas estruturas pode ser um indicativo de que a coleta do material avaliado estava em processo mais adiantado de saída da endodormência. Nessa condição, as escamas que recobrem as gemas em inchamento começam a se afastar e a se desprender para que inicie a emissão da brotação, assim reduzindo a quantidade de escamas presentes no momento da avaliação.

Em 2011/2012 foram registradas as menores médias mensais de temperaturas mínima, média e máxima do ar (Apêndice 1) durante os meses de junho a agosto do que

em igual período em 2010/2011, com exceção da temperatura mínima do ar em agosto que foi igual em ambos os anos de avaliação. As menores médias mensais também ocorreram, em maio e setembro, quanto às variáveis meteorológicas de temperaturas mínima e média do ar, sendo que as temperaturas máximas do ar foram maiores do que em 2010/2011 durante estes dois meses.

Houve o acúmulo de 648 UF estimadas pelo Método Carolina do Norte Modificado entre maio e setembro de 2011/2012, muito acima das 506 UF observadas ao longo dos mesmos meses em 2010/2011 (Apêndice 2). As condições térmicas de maior acúmulo de frio hibernal em 2011/2012 podem ter contribuído para satisfazer mais cedo o requerimento em frio das gemas florais, acelerando o desprendimento das escamas para iniciar a emissão da brotação e floração. A pequena quantidade de escamas verificada em ‘Abate Fetel’ e ‘Clapp’s Favourite’ pode ter sido acentuada ainda mais pela data de coleta das gemas, que foi realizada cerca de duas semanas após a executada no ano anterior.

Essas suposições são reforçadas pela verificação da redução do número de escamas de 2010/2011 para 2011/2012 na maioria das cultivares. As cultivares em que a menor quantidade de escamas em 2011/2012 não se confirmou foram ‘Santa Maria’ – mantendo-se invariável nos distintos anos – e ‘Packham’s Triumph’, que apresentou maior quantidade de escamas do que em 2010/2011.

As massas frescas da gema floral e das escamas que compõem a gema floral são apresentadas na Tabela 2. Devido ao grande diâmetro das gemas florais emitidas por ‘William’s’ em 2010/2011, esta cultivar produziu gemas florais de maior massa fresca do que as outras cultivares. As maiores massas frescas de escamas foram obtidas nas gemas florais de ‘Packham’s Triumph’, ‘Santa Maria’ e ‘William’s’ em 2010/2011. Mesmo com o reduzido número de escamas observadas em ‘Packham’s Triumph’ no primeiro ano (Tabela 1), essas estruturas de proteção dos primórdios florais apresentaram grande massa fresca.

TABELA 2. Massa fresca da gema floral e das escamas de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’, ‘Santa Maria’ e ‘William’s’. São Francisco de Paula, RS. 2010/2011-2011/2012.

Cultivar	Massa Fresca da Gema Floral (g)	
	28/08/2010 (2010/2011)	12/09/2011 (2011/2012)
Abate Fetel	0,0773 c A	0,0545 c B
Clapp’s Favourite	0,0648 c A	0,0510 c A
Packham’s Triumph	0,0855 bc B	0,1590 a A
Santa Maria	0,1033 b A	0,0504 c B
William’s	0,1310 a A	0,1296 b A
CV (%)	26,95	
Cultivar	Massa Fresca das Escamas (g)	
	28/08/2010 (2010/2011)	12/09/2011 (2011/2012)
Abate Fetel	0,0273 b A	0,0245 c A
Clapp’s Favourite	0,0341 b A	0,0325 c A
Packham’s Triumph	0,0610 a B	0,0827 a A
Santa Maria	0,0561 a A	0,0304 c B
William’s	0,0673 a A	0,0681 b A
CV (%)	33,03	

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo Teste de Tukey.

Os dados de massa seca da gema floral e massa seca das escamas contidas por gema floral estão disponíveis na Tabela 3. Após o processo de secagem em estufa, as gemas florais de ‘William’s’ e ‘Santa Maria’ conservaram elevada massa em base seca como reflexo de suas grandes dimensões. Anteriormente equiparada em massa fresca e quantidade de escamas produzidas por gema floral com as obtidas a partir de pereiras europeias ‘William’s’, apenas ‘Santa Maria’ conservou tais estruturas em maior grandeza de matéria seca. Essas cultivares pertencem ao primeiro grupo de hábito de frutificação (MUSACCHI, 2007), em que a produção das plantas adultas é obtida majoritariamente a partir de brindilas coroadas. Essa similitude em hábito de frutificação pode ter contribuído para a padronização dos atributos de diâmetro da gema floral, número de escamas contidas por gema floral, massa fresca de escamas produzidas por gema floral e massa seca da gema floral.

TABELA 3. Massa seca da gema floral e das escamas de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’, ‘Santa Maria’ e ‘William’s’. São Francisco de Paula, RS. 2010/2011-2011/2012.

Cultivar	Massa Seca da Gema Floral (g)	
	28/08/2010 (2010/2011)	12/09/2011 (2011/2012)
Abate Fetel	0,0368 c A	0,0185 b B
Clapp’s Favourite	0,0374 c A	0,0195 b B
Packham’s Triumph	0,0436 bc A	0,0501 a A
Santa Maria	0,0514 ab A	0,0195 b B
William’s	0,0592 a A	0,0485 a A
CV (%)	23,49	
Cultivar	Massa Seca das Escamas (g)	
	28/08/2010 (2010/2011)	12/09/2011 (2011/2012)
Abate Fetel	0,0161 c A	0,0082 b A
Clapp’s Favourite	0,0230 b A	0,0133 b A
Packham’s Triumph	0,0261 b A	0,0279 a A
Santa Maria	0,0346 a A	0,0124 b B
William’s	0,0214 bc A	0,0280 a A
CV (%)	32,35	

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo Teste de Tukey.

Assim como detectado na avaliação inicial de massa em base úmida e calibre da gema floral, ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Packham’s Triumph’ apresentaram pequena massa seca da gema floral no primeiro ano. As três cultivares frutificam essencialmente em lamburdas, sendo que ‘Abate Fetel’ e ‘Packham’s Triumph’ pertencem ao segundo grupo de hábito de frutificação e ‘Clapp’s Favourite’ integra o quarto grupo de hábito de frutificação, categorias essas que caracteristicamente frutificam sobre ramos produtivos inseridos em ramos velhos (MUSACCHI, 2007; BRIGHENTI, 2011).

Em 2011/2012 foi observado que ‘Packham’s Triumph’ exibiu o maior tamanho de gema floral, contribuindo para que apresentasse as mais elevadas massas frescas de gema floral e escamas entre os distintos genótipos avaliados. ‘William’s’ obteve massas frescas de gema floral e escamas intermediárias em relação às demais cultivares, assim como verificado em relação ao atributo analisado de diâmetro da gema floral. Após a secagem,

‘Packham’s Triumph’ e ‘William’s’ igualaram-se em magnitude de base seca, apresentando gemas florais e escamas de maior massa do que os outros genótipos.

Foram notórios o elevado número de escamas, diâmetro e massa das estruturas que compõem as gemas de ‘William’s’, valores mantidos durante os distintos anos de análise, com exceção da quantidade de escamas contidas por gema floral, enquanto que as outras cultivares oscilaram quanto aos mesmos parâmetros. Isso permite pressupor que as gemas florais de ramos de ano de ‘William’s’ possam apresentar maior conteúdo de reservas que as demais.

No entanto, segundo Faoro (2009), cultivares com gemas de maior dimensão e massa não induzem, necessariamente, ao melhor índice de floração ou menor ocorrência de abortamento. A aparência visual de gemas bem desenvolvidas não ocasionou a emissão de maior número de gemas com flores e quantidade de flores por gema, não representando aumento efetivo de produção nas pereiras japonesas avaliadas.

‘William’s’, que apresentou elevadas massas e diâmetro de gemas florais, além de produzir em lamburdas e bolsas férteis, frutifica essencialmente em brindilas coroadas (MUSACCHI, 2007). As brindilas coroadas apresentam gemas florais com melhor formação, desenvolvimento de flores e, a decorrente, formação de frutos de melhor qualidade (MARCON FILHO *et al.*, 2012), o que pode ter sido fundamental para a obtenção desses resultados.

Ao serem desidratadas as amostras de ‘William’s’ em 2010/2011 e 2011/2012, a matéria seca da gema floral representou, respectivamente, 45% e 37% da massa em condição fresca, indicando que no primeiro ano houve maior turgescência tecidual da gema floral. As escamas apresentaram, ao contrário, menor hidratação no primeiro ano, em que a matéria seca representou 32% da matéria úmida, ante os 41% de conteúdo seco em relação à massa úmida no segundo ano.

Marodin (1998) encontrou relação entre o menor conteúdo de massa seca das gemas florais de pereiras ‘Packham’s Triumph’ cultivadas em região de elevado acúmulo de frio hibernal e a ocorrência de abortamento. Esta desordem fisiológica, que ocasiona a necrose dos tecidos dos primórdios florais e o desprendimento de escamas, foi associada à presença de bactérias *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*. Conforme verificado em ‘William’s’, a quantidade de escamas aderidas reduziu em 2011/2012, bem como foi observada menor hidratação das gemas florais em comparação com o ano anterior, podendo ser um indício de necrose dos tecidos e abortamento dos primórdios florais.

Comparativamente entre os anos, ‘Packham’s Triumph’ apresentou um aumento do diâmetro das gemas florais, número de escamas e massas frescas da gema floral e das suas escamas de 2010/2011 para 2011/2012, sem ocorrer o mesmo quanto à massa seca dessas estruturas. Conforme Marafon *et al.* (2011), no final da dormência ocorre o aumento do conteúdo de água nas gemas em virtude da seiva xilemática migrar do lenho para induzir a brotação das pereiras no início da primavera. Como o aumento de massa fresca da gema floral de ‘Packham’s Triumph’ foi acompanhado pelo maior diâmetro em 2011/2012, poderia estar relacionado a uma maior atividade metabólica pela proximidade ao período de superação de dormência, sem ainda ter ocorrido o desprendimento das escamas.

Foi verificado o decréscimo na massa seca das gemas florais de ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Santa Maria’ do primeiro para o segundo ano. ‘Abate Fetel’ e ‘Santa Maria’ apresentaram ainda uma diminuição na massa fresca e no diâmetro da gema floral, sendo que a última cultivar também teve as massas úmida e seca de suas escamas reduzidas. Segundo Rodrigues *et al.* (2006), a base da gema constitui um importante local de acúmulo de reservas para a emissão de brotações ao término da dormência, pois fornece os açúcares solúveis a fim de desenvolver as estruturas florais e promover a brotação. A redução da massa seca das gemas florais de ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Santa

Maria' poderia indicar uma diminuição das reservas disponíveis para a floração de 2011/2012.

Conforme Marodin (1998) e Verissimo *et al.* (2004), condições ambientais que levem à menor permanência das folhas – como maior acúmulo de frio hibernal e baixas temperaturas em pós-colheita – e à redução do acúmulo de reservas podem ocasionar a menor indução, diferenciação e desenvolvimento dos primórdios florais contidos nas gemas. Houve elevado acúmulo de frio hibernal em 2011/2012 (Apêndice 2) – perfazendo o somatório de 648 UF – ano em que foram registradas, com exceção do mês de abril, menores médias mensais de temperaturas mínimas de fevereiro a setembro do que em igual período em 2010/2011 (Apêndice 1). As referidas condições climáticas podem ter contribuído para a redução da permanência das folhas ao final do ciclo e ocasionado menor acúmulo de reservas nas gemas florais antes da entrada em endodormência.

A exaustão das reservas das gemas florais em decorrência dos déficits hídrico e nutricional (STÖSSER *et al.*, 1996; ARRUDA, 1998) e dos danos causados por fatores bióticos e abióticos (FLOSS, 2011) influenciam na qualidade dos primórdios florais formados. É de se supor que processos que prejudiquem a formação das flores possam gerar como consequências o menor incremento em massa e o reduzido tamanho final das gemas florais formadas. Não foi realizada a irrigação das pereiras conduzidas em elevada densidade de plantio e implantadas sobre porta-enxertos de marmeleiro 'Adams', que apresentam sistema radicular superficial (FACHINELLO & PASA, 2010). O sistema de aspersão instalado no pomar foi empregado apenas como medida preventiva contra geadas durante a primeira floração de 2009 e 2010 (item "3.1.1" do Material e métodos).

Nos mesmos anos, a adubação nitrogenada do pomar foi efetuada durante o inchamento das gemas das pereiras com cama de aviário fermentada conforme a recomendação da CQFS (2004), que indica a aplicação 30 dias antes do início da brotação com o objetivo de evitar a predisposição a distúrbios fisiológicos e reduzir a

suscetibilidade às pragas e doenças. Mediante análise foliar realizada nas safras 2010/2011 e 2011/2012 (Apêndice 8), o emprego de adubação orgânica prévio à brotação não satisfaz às exigências de nitrogênio segundo a faixa considerada ideal para a cultura da pereira europeia. A época da colheita, em que se realizaram as coletas de folhas para análises, coincide com o momento em que os primórdios florais geralmente estão sendo diferenciados nas gemas em formação para brotação no ciclo seguinte (QUEZADA & NAKASU, 2003; MARAFON *et al.*, 2007), compreendido como um período crítico para apresentar carência desse nutriente.

Foi verificada a incidência de entomosporiose (*Fabraea maculata* (Lév.) G. F. Atk. (anamorfo *Entomosporium mespili* (DC.) Sacc.)) nas safras 2009/2010, 2010/2011 e 2011/2012. Observou-se maior severidade do patógeno e, em decorrência da doença, a derrubada precoce das folhas em 2010/2011 e 2011/2012. Conhecida como requeima, essa doença é caracterizada por causar pequenas lesões no limbo foliar e a decorrente desfolha, o que afeta a capacidade fotossintética das plantas e reduz o rendimento (ALVES *et al.*, 2012), principalmente em verões quentes e úmidos (BRANIȘTE *et al.*, 2008).

Conforme o Apêndice 1, os três anos apresentaram temperaturas médias e máximas do ar próximas à faixa ideal para o crescimento do agente causal da entomosporiose, que fica entre 20°C e 25°C (MAPA, 2013). Entre janeiro e março de 2009/2010 a 2011/2012 foram registrados, respectivamente, 451,2 mm, 523,7 mm e 585,7 mm acumulados de precipitação pluviométrica. O provável fator predisponente determinante para a intensificação do desenvolvimento fúngico e a decorrente desfolha precoce das pereiras nos últimos dois anos foi a maior precipitação pluviométrica ocorrida no período.

Pelo Sistema AGROFIT (MAPA, 2013), os fungicidas que estão registrados para o controle da entomosporiose na cultura da pereira são o óxido cuproso e o mancozebe. Apenas o último princípio ativo foi empregado no manejo fitotécnico do pomar ao longo dos três anos de condução experimental (item “3.1.1” do Material e métodos).

A ausência de irrigação, a deficiência de nitrogênio em pós-colheita, bem como a ocorrência de condições meteorológicas favoráveis ao desenvolvimento da entomosporiose e o uso continuado de apenas um princípio ativo de fungicida podem ter contribuído para o aumento do consumo e menor acúmulo de reservas. A desfolha precoce, além dos danos à produção do ano, acarreta no enfraquecimento da planta pela redução da capacidade fotossintética e causa a maturação deficitária dos ramos, ocasionando a má brotação e afetando a produção das safras seguintes (SÔNEGO *et al.*, 2006).

Também não foram empregados produtos com a finalidade de promover a superação de dormência das plantas ao longo dos três anos de avaliação. Segundo Iuchi e Luz (2010), maiores índices de brotações exercem alta influência sobre o crescimento das pereiras, aumentando a área foliar, a captação de luz e a reserva de carboidratos para sustentar o crescimento e a formação das gemas florais. Sendo assim, uma brotação inadequada ocasionaria uma reserva deficitária de carboidratos para constituir as gemas florais das pereiras.

O menor acúmulo de frio hibernal no ciclo de 2010/2011 (Apêndice 2), quando comparado aos demais anos em São Francisco de Paula, a desfolha precoce e a ausência de emprego de superadores de dormência podem ter intensificado o dispêndio energético e o menor acúmulo de reservas, afetando a massa das gemas e desfavorecendo principalmente as cultivares de ciclo mais precoce na formação das gemas para 2011/2012, caso de ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Santa Maria’, como verificado nas Tabelas 2 e 3.

#### **4.1.1.2 Inflorescências**

A classificação de abertura das flores em relação à posição ocupada na raque da inflorescência das pereiras europeias, conforme classificação descrita por Dibuz (1998) e exposta na Figura 1, está descrita na Tabela 4 para as seis cultivares avaliadas.

TABELA 4. Classificação das pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’, ‘Rocha’, ‘Santa Maria’ e ‘William’s’ de acordo com a sequência de abertura das flores na inflorescência. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012.

Cultivar	Tipo de Inflorescência			
	Centrípeta	Centrípeta Variante	Centrífuga	Divergente
Abate Fetel	X			
Clapp’s Favourite	X			
Packham’s Triumph	X			
Rocha				X
Santa Maria				X
William’s		X		

No grupo de abertura centrípeta, cujas flores abrem de fora para dentro na inflorescência, foram registradas as pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Packham’s Triumph’. As flores de ‘William’s’ apresentaram ordem de abertura centrípeta variante, caracterizada pela abertura inicial da segunda flor mais externa na posição basal da raque, e que continua sequencialmente em direção às flores mais internas e apicais na inflorescência.

As flores de ‘Rocha’ e ‘Santa Maria’ apresentaram ordem de abertura divergente, ou seja, essas cultivares exibiram inflorescências de abertura centrífuga e centrípeta na mesma planta. Foi verificado que, em ‘Rocha’, o desenvolvimento centrípeta ocorre de modo variante, condição em que a segunda e a última flor, posição ocupada em relação à base da raque da inflorescência, abrem ao mesmo tempo.

Faoro (2009) verificou somente a sequência de abertura floral centrípeta em inflorescências de pereiras japonesas ‘Housui’, ‘Kousui’ e ‘Nijisseiki’ cultivadas em São Joaquim e Caçador, que correspondem às regiões do Planalto Serrano e Meio-Oeste de SC. O presente trabalho é o primeiro registro da sequência de abertura em inflorescências de cultivares de pereiras europeias cultivadas no Brasil e da descrição da ocorrência do tipo centrípeta variante e divergente no gênero *Pyrus* nessas condições de plantio. Na Figura 10 é possível observar as referidas sequências de abertura floral dos genótipos analisados.



FIGURA 10. Sequência de abertura floral quanto à posição ocupada na raque da inflorescência de pereiras europeias. Centrípeta: 'Abate Fetel' (1), 'Clapp's Favourite' (2) e 'Packham's Triumph' (3). Centrípeta variante: 'William's' (4). Divergente: 'Rocha' centripeta variante (5.1) e centrífuga (5.2); e 'Santa Maria' centripeta (6.1) e centrífuga (6.2). Fotografias: Biane de Castro. São Francisco de Paula, RS. 2011/2012.

Não foram observadas flores com ordem de abertura exclusivamente centrífuga dentre as cultivares avaliadas. Segundo Dibuz *et al.* (1998), as inflorescências com abertura centrífuga apresentam menor número de flores do que as demais, o que pode diminuir a concentração de flores por pereira e assim, ocasionar reduzida visita por insetos polinizadores, especialmente as abelhas. Conseqüentemente, apresenta menor durabilidade do período de floração, podendo influenciar na disponibilidade de néctar e, parcialmente, de grãos de pólen às abelhas, o que pode diminuir a atratividade aos insetos e a constância da visita por insetos polinizadores. Em decorrência desses fatores, segundo os autores, as inflorescências com abertura centrífuga apresentaram frutificação reduzida em 40%, quando comparadas às inflorescências com série de floração centrípeta. Desse modo, o desfavorecimento decorrente da seqüência de abertura centrífuga não seria um fator condicionante à polinização e frutificação nos pomares de pereiras europeias utilizando as seis cultivares avaliadas em São Francisco de Paula.

Em outro trabalho desenvolvido por Dibuz (1998) com 77 cultivares, a ordem de abertura das principais cultivares de pereiras produzidas na Hungria foi relatada. Houve coincidência de resultados da seqüência de abertura floral com os obtidos no presente experimento para ‘Packham’s Triumph’, ‘Santa Maria’ e ‘William’s’.

De modo contrastante, ‘Abate Fetel’ e ‘Clapp’s Favourite’ foram descritas como pertencentes ao grupo de abertura centrífuga na Hungria (DIBUZ, 1998). Esses resultados não se repetiram em São Francisco de Paula, onde apresentaram seqüência de abertura floral centrípeta. A pereira europeia ‘Rocha’ não foi avaliada no outro trabalho, impossibilitando a comparação da expressão do seu fenótipo para as condições de avaliação local.

Houve maior produção de flores por inflorescência em pereiras ‘Rocha’ do que nas outras cinco cultivares durante a primeira floração de 2009/2010 (Tabela 5). A alta emissão de flores nas inflorescências dessa cultivar pode ter ocorrido porque se tratava de plantas

jovens com, provavelmente, baixa quantidade de inflorescências por planta. Assim, o dispêndio energético foi desviado para a emissão floral, ao invés de direcionar-se para o desenvolvimento vegetativo e para a formação estrutural da planta.

TABELA 5. Número de flores por inflorescência, massa de inflorescência e massa média estimada da flor da primeira floração de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’, ‘Rocha’, ‘Santa Maria’ e ‘William’s’. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012.

Cultivar	Flores/Inflorescência (n°)					
	2009/2010		2010/2011		2011/2012	
Abate Fetel	7,40	b A	6,94	a AB	6,22	a B
Clapp’s Favourite	6,12	c A	3,76	c C	5,08	b B
Packham’s Triumph	4,92	d A	2,76	d C	3,48	c B
Rocha	8,58	a A	4,30	c B	3,20	c C
Santa Maria	5,26	d A	2,40	d C	3,82	c B
William’s	6,26	c A	5,48	b AB	5,16	b B
CV (%)	29,79					
Cultivar	Massa da Inflorescência (g)					
	2009/2010		2010/2011		2011/2012	
Abate Fetel	1,47	c B	2,25	b A	1,21	d B
Clapp’s Favourite	2,58	a A	1,83	cd B	1,81	b B
Packham’s Triumph	1,66	bc A	1,59	d A	1,32	cd A
Rocha	1,89	b B	3,35	a A	2,25	a B
Santa Maria	1,57	bc B	2,09	bc A	1,66	bc B
William’s	1,87	b B	2,34	b A	1,97	ab AB
CV (%)	50,03					
Cultivar	Massa da Flor (g)					
	2009/2010		2010/2011		2011/2012	
Abate Fetel	0,1994	b A	0,3266	c A	0,1960	c A
Clapp’s Favourite	0,4360	a B	0,7268	b A	0,3666	b B
Packham’s Triumph	0,3462	ab B	0,6316	b A	0,4076	b B
Rocha	0,2184	b B	0,7470	b A	0,8450	a A
Santa Maria	0,3000	ab B	1,2982	a A	0,4714	b B
William’s	0,3020	ab A	0,4476	c A	0,3922	b A
CV (%)	81,56					

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo Teste de Tukey.

Ao longo dos três anos de análise, todas as cultivares apresentaram correlação positiva entre o número de flores contidas por inflorescência e a massa fresca da

inflorescência de primeira floração (Tabela 6), com exceção de ‘Clapp’s Favourite’ em 2010/2011. Ou seja, em todas as outras condições, quanto maior a quantidade de flores produzidas, maior massa fresca de inflorescência apresentaram as cultivares analisadas.

TABELA 6. Coeficiente de correlação entre o número de flores por inflorescência e a massa de inflorescência e entre o número de flores por inflorescência e a massa média estimada da flor da primeira floração de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’, ‘Rocha’, ‘Santa Maria’ e ‘William’s’. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012.

Cultivar	Ano	Coeficiente de Correlação (r)	
		Flores/Inflorescência (n°) e Massa da Inflorescência (g)	Flores/Inflorescência (n°) e Massa da Flor (g)
Abate Fetel	2009/2010	0,41 **	-0,16 <sup>ns</sup>
	2010/2011	0,51 **	-0,09 <sup>ns</sup>
	2011/2012	0,51 **	-0,19 <sup>ns</sup>
Clapp’s Favourite	2009/2010	0,70 **	-0,51 **
	2010/2011	0,02 <sup>ns</sup>	-0,50 **
	2011/2012	0,70 **	-0,34 *
Packham’s Triumph	2009/2010	0,71 **	-0,30 *
	2010/2011	0,52 **	-0,40 **
	2011/2012	0,68 **	-0,46 **
Rocha	2009/2010	0,64 **	0,24 <sup>ns</sup>
	2010/2011	0,78 **	0,18 <sup>ns</sup>
	2011/2012	0,38 **	-0,54 **
Santa Maria	2009/2010	0,53 **	-0,12 <sup>ns</sup>
	2010/2011	0,54 **	-0,51 <sup>ns</sup>
	2011/2012	0,57 **	-0,39 <sup>ns</sup>
William’s	2009/2010	0,51 **	-0,20 <sup>ns</sup>
	2010/2011	0,60 **	-0,34 **
	2011/2012	0,62 **	-0,31 *

\* e \*\* Significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de Tukey.  
<sup>ns</sup> Não significativo.

No terceiro ano, em relação ao primeiro, houve uma redução de 37% no número total de flores produzidas por inflorescência de ‘Rocha’ e o ganho de 84% na massa média das estruturas que a compõem. Foi constatada uma correlação negativa entre o número de

flores por inflorescência e a massa estimada da flor oriunda de primeira floração, em que a menor quantidade de flores ocasionou o aumento da massa estimada da flor (Tabela 6).

Theron (2011) verificou que inflorescências de pereiras com uma melhor ou mais avançada diferenciação dos primórdios florais e foliares exibiram flores com maior número celular e massa durante a antese, além de maior área e número médio de folhas por inflorescência. No presente experimento foi detectado que a redução na diferenciação dos primórdios florais de ‘Rocha’ ocasionou, diferentemente, o aumento da massa média estimada da flor. Embora não tenham sido mensurados, é de se supor que o incremento na massa média estimada da flor de ‘Rocha’ em 2011/2012 (Tabela 5) possa estar relacionado à maior emissão e tamanho de folhas nas inflorescências e, até mesmo, ao desenvolvimento das estruturas que a compõem, como a raque.

Possivelmente pelo mesmo motivo tenha ocorrido a correlação negativa entre o número de flores e a massa média estimada da flor, que foi verificada ao longo dos três anos em ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Packham’s Triumph’ e nos últimos dois anos em ‘William’s’. Mesmo com ‘Clapp’s Favourite’ apresentando intermediária produção de flores no primeiro ano, exibiu inflorescências com maior massa do que as demais cultivares e flores de massa estimada mais pesadas do que ‘Abate Fetel’ e ‘Rocha’.

Nos dois anos subsequentes, ‘Rocha’ emitiu inflorescências mais pesadas que as demais cultivares, sem diferir apenas das de ‘William’s’ em 2011/2012. ‘Santa Maria’, em 2010/2011, e ‘Rocha’, em 2011/2012, exibiram as maiores massas médias estimadas da flor. No caso de ‘Rocha’, a maior massa média da flor ocorreu em virtude da menor produção de flores por inflorescência, conforme correlação negativa constatada no último ano (Tabela 6).

‘William’s’, que apresentou gemas florais de elevados calibres e massas fresca e seca nos dois anos de avaliação (2010/2011 e 2011/2012), proporcionou intermediária emissão de flores por inflorescência em comparação com as demais cultivares, e a redução

gradativa da quantidade de flores emitidas por inflorescência a cada floração desse genótipo. A massa da inflorescência foi pequena no primeiro ano e, posteriormente, ‘William’s’ emitiu inflorescências de massa mediana (2010/2011) e elevada (2011/2012), em relação às outras cultivares. No entanto, comparando-se o mesmo genótipo no decorrer dos anos, ‘William’s’ apresentou inflorescências de massa mais elevada em 2010/2011 do que em 2009/2010.

A massa média estimada da flor de ‘William’s’ foi intermediária em relação às demais cultivares em 2009/2010 e 2011/2012 e baixa em 2010/2011, não diferindo entre si ao longo dos três anos de avaliação. Como referido anteriormente, houve correlação entre a diminuição do número de flores contidas por inflorescência e o aumento da massa média estimada da flor nos últimos dois anos.

Conforme encontrado por Faoro (2009), a maior massa de gemas não necessariamente implica na maior produção de flores. Especificamente no caso de ‘Abate Fetel’, as gemas apresentaram pequeno diâmetro e massa ao longo dos dois anos de avaliação, porém com grande produção de flores em relação aos demais genótipos na primeira floração dos três anos. ‘Abate Fetel’ emitiu mais flores por inflorescência do que as demais cultivares no mesmo período de avaliação das gemas (2010/2011 e 2011/2012), e com menor quantidade apenas do que a produzida por pereiras jovens de ‘Rocha’ no primeiro ano (2009/2010).

Comparativamente entre os distintos tipos de sequência de abertura das flores, Dibuz *et al.* (1998) constataram que as inflorescências de cultivares divergentes apresentam menor frutificação em razão, dentre outros fatores, da reduzida produção de flores quando comparadas às oriundas de cultivares pertencentes ao grupo de ordem centrípeta. O mesmo foi verificado com relação às centrípetas ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’ e à centrípeta variante ‘William’s’, que produziram mais flores do que a divergente ‘Santa Maria’ nos três anos de avaliação.

A centrípeta ‘Packham’s Triumph’, que deveria ter maior composição de flores na inflorescência, ao contrário, apresentou pequena quantidade de flores nos três anos de avaliação. ‘Packham’s Triumph’, mesmo com a sequência centrípeta quanto à abertura das flores, igualou-se à divergente ‘Santa Maria’ durante a primeira floração dos três anos.

A divergente ‘Rocha’, porém, produziu mais flores por inflorescência do que todas as cultivares em 2009/2010, sendo superada pela centrípeta ‘Abate Fetel’ e pela centrípeta variante ‘William’s’ em 2010/2011 e 2011/2012, e até pela centrípeta ‘Clapp’s Favourite’ no último ano. Conforme o trabalho de Dibuz *et al.* (1998), a quantidade de flores por inflorescência interfere ainda no número e constância de visitas por insetos polinizadores, no entanto as pereiras ‘Rocha’ eram mais jovens e não apresentavam proporcional quantidade de estruturas produtivas do que as demais cultivares para comparar a frutificação efetiva e a produção no momento da colheita. Possivelmente, a menor quantidade de drenos tenha ocasionado a maior diferenciação de primórdios florais e permanência de flores nas inflorescências durante a floração do primeiro ano, situação que foi revertida nos anos seguintes com a perceptível redução do número de flores contidas por inflorescência.

As pereiras ‘Abate Fetel’ formaram grande quantidade de flores produzidas em inflorescências leves em 2009/2010 e 2011/2012 e de intermediária massa em 2010/2011 quando comparadas aos demais genótipos. Em virtude disso, suas flores apresentaram massa estimada inferior a todas as demais cultivares nos últimos dois anos, com exceção de ‘William’s’ que apresentou massa similar em 2010/2011. Em 2009/2010, ‘Abate Fetel’ exibiu flores de menor massa média estimada apenas em relação às emitidas na primeira floração por ‘Clapp’s Favourite’.

Contudo, a inflorescência de ‘Abate Fetel’ apresentou um decréscimo gradativo na emissão de flores de primeira floração ao longo dos três anos de avaliação e o aumento da massa da inflorescência apenas em 2010/2011. A diminuição do número de flores contidas

por inflorescência de ‘Abate Fetel’ coincide com a redução no diâmetro, massa fresca e seca de suas gemas florais em 2011/2012. Como características inerentes a esse genótipo, a grande quantidade de flores emitidas por inflorescência e a pequena massa e dimensão da gema floral podem contribuir para o indispensável manejo diferenciado de poda, de modo a garantir a frutificação, prática não realizada nos últimos dois anos. Segundo Musacchi (2007), deve-se adotar uma poda curta em ‘Abate Fetel’, cultivar pertencente ao segundo grupo de hábito de frutificação, esporonando os ramos de dois ou três anos de tal modo que permaneçam de três a quatro lamburdas para favorecer a frutificação efetiva. Os menores diâmetro e massa das gemas florais de ‘Abate Fetel’ em 2011/2012 podem ter proporcionado a partição de insuficiente quantidade de reservas entre os numerosos primórdios florais, ocasionando a redução final da quantidade de flores emitidas por inflorescência nesse ano.

De um modo geral, a produção de flores por inflorescência na primeira floração foi maior em 2009/2010 para todas as cultivares do que nos outros dois anos, não diferindo da que ocorreu em 2010/2011 somente em ‘Abate Fetel’ e ‘William’s’. A redução da emissão de flores foi mais acentuada no segundo do que no terceiro ano de avaliação para ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’ e ‘Santa Maria’. Em ‘Rocha’, ao contrário, em 2011/2012 a emissão de flores foi mais intensa do que em 2010/2011.

Condições como excesso de carga de frutos e a elevada presença de sementes viáveis, as quais são responsáveis pela produção de giberelinas, inibem a indução e a diferenciação dos primórdios florais que floresceriam no ano seguinte (LUZ *et al.*, 2012). Webster (2002) descreveu que um dos componentes mais importantes da produtividade e menos compreendidos é a qualidade das flores e o complexo de fatores que a influencia, sendo difícil prever qual seria a carga adequada de frutos remanescentes na colheita com qualidade e quantidade satisfatórias, sem interferir na diferenciação das gemas para a próxima safra. A alternância de emissão floral dos genótipos avaliados – mais marcante em

‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’ e ‘Santa Maria’ – entre 2009/2010 e 2011/2012 pode ter sido em decorrência de inibição da indução floral provocada por giberelinas contidas nas sementes viáveis do grande número de frutos oriundos de primeira floração na safra 2009/2010, conforme item “4.1.5” sobre Parâmetros produtivos.

Foi registrado para a região, em ordem cronológica, o acúmulo de 642 UF, 506 UF e 648 UF pelo Método Carolina do Norte Modificado de 2009/2010 a 2011/2012 (Apêndice 2). A alternância de produção floral das cultivares avaliadas não acompanhou nitidamente o acúmulo de Unidades de Frio nesse período, pois, de modo geral, foi produzido menos flores por inflorescência na primeira floração dos últimos dois anos do que em 2009/2010. Observou-se apenas uma tendência à intensificação da redução de emissão floral no ano em que houve o menor acúmulo de frio hibernal (2010/2011), porém no ano subsequente, em que houve condições térmicas similares às ocorridas no primeiro ano, a produção de flores não foi tão elevada.

Segundo Wrege *et al.* (2006), São Francisco de Paula foi classificado como pertencente à Zona 3, região em que ocorre acúmulo de frio entre 500 HF a 650 HF em, pelo menos, 70% dos anos, sendo necessário suplementar a deficiência em frio com a aplicação de produto que promova a superação de dormência das gemas. Das seis cultivares avaliadas, ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’ e ‘Rocha’ pertencem ao grupo dos genótipos indicados para cultivo nessa região, enquanto que ‘Santa Maria’ não foi apontada como apta e ‘William’s’ não fez parte dos genótipos considerados para plantio no Rio Grande do Sul.

Como observado em relação às alterações nas massas de inflorescências e flores de primeira floração, justamente em 2010/2011, ano de menor acúmulo de frio hibernal, as pereiras ‘Abate Fetel’, ‘Rocha’ e ‘Santa Maria’ apresentaram maior massa de inflorescência do que nos demais anos. William’s’ também exibiu, no mesmo ano, maior massa de inflorescência do que em 2009/2010.

‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’ e ‘Santa Maria’ apresentaram maior massa estimada de flor oriunda de primeira floração em 2010/2011 do que nos outros dois anos de análise, e ‘Rocha’ apresentou flores de maior massa do que em 2009/2010. Quanto às duas primeiras cultivares citadas, cabe ressaltar que esse aumento de massa média da flor ocorreu em virtude da diminuição da quantidade de flores formadas por inflorescência.

Corroborando com o trabalho de Marafon *et al.* (2007), é possível que o maior desenvolvimento das inflorescências e flores em massa acumulada tenha ocorrido em virtude da condição de reduzido frio hibernal. Temperaturas elevadas prejudicam e retardam a entrada em endodormência, condição climática que teria promovido esse acréscimo na massa de inflorescências e flores que teriam se desenvolvido por maior período de tempo, o que pode ter contribuído para o maior consumo de reservas das gemas florais, como já observado em outros trabalhos (VERISSIMO *et al.*, 2004; RODRIGUES *et al.*, 2006).

O insatisfatório acúmulo de frio também pode ter promovido a emissão final de menos flores por inflorescência, muito embora, possivelmente, mais primórdios florais tenham se desenvolvido. Segundo pesquisa realizada por Verissimo *et al.* (2004), dentre as alterações decorrentes da falta de adaptação climática às elevadas temperaturas, estaria o aumento do número de primórdios florais diferenciados decorrente de duplicação da inflorescência.

Iuchi e Luz (2010) atribuíram a deficiência de reservas na constituição das gemas florais das pereiras para a safra seguinte aos baixos índices de brotações ocorridos no início do ciclo em andamento, o que, segundo Sônego *et al.* (2006) pode ser ainda intensificado pela desfolha precoce em pós-colheita. Podem ser citados como fatores que desfavoreceram a diferenciação dos primórdios florais no decorrer dos anos de avaliação do presente experimento, seja por deficiências na formação ou na manutenção do dossel vegetativo, a ausência de uso de superador de dormência e de irrigação em pomar de

elevada densidade de plantio, cultivado sobre porta-enxerto de sistema radicular superficial, bem como a elevada severidade de entomosporiose e a deficiência de nitrogênio em pós-colheita.

A alternância de emissão floral persistiu para as cultivares em 2011/2012, de modo mais intenso que no anterior apenas nas inflorescências de ‘Rocha’. As temperaturas médias mensais mínimas, médias e, principalmente, máximas mais elevadas ocorridas durante o verão e outono de 2010/2011 e 2011/2012 (Apêndice 1) podem ter sido decisivas durante a formação e o desenvolvimento das flores oriundas de primeira floração. Em janeiro, que corresponde ao mês com maior média mensal térmica e na qual a diferenciação dos primórdios florais pode ocorrer, dependendo da cultivar e da estrutura especializada em frutificação (MARAFON *et al.*, 2007), as médias das temperaturas máximas estiveram 1,2 e 2,3°C maiores em, respectivamente, 2010/2011 e 2011/2012 do que na ocorrida no mesmo mês em 2009/2010.

‘Packham’s Triumph’ apresentou uma das menores produções de flores por inflorescência e massa de inflorescência oriunda de primeira floração nos três anos de avaliação. Em trabalho realizado por Rufato *et al.* (2012), o oposto foi observado em relação à massa das inflorescências, sob condições edafoclimáticas de Vacaria. Nesse local, pereiras ‘Packham’s Triumph’ e ‘William’s’ exibiram maior massa de inflorescência do que ‘Clapp’s Favourite’ em 2009/2010 e 2010/2011.

Em São Francisco de Paula, ‘William’s’ e ‘Clapp’s Favourite’ apresentaram distintos desenvolvimentos de suas inflorescências a cada ano. ‘William’s’ apresentou maior massa de inflorescência do que ‘Clapp’s Favourite’ apenas em 2010/2011. Contudo, havia sido verificado comportamento inverso no ano anterior, sendo que em 2011/2012 apresentaram massas equivalentes.

As inflorescências de ‘Packham’s Triumph’ foram, ao contrário dos resultados obtidos por Rufato *et al.* (2012) em Vacaria, mais leves do que as de ‘Clapp’s Favourite’

em 2009/2010 e 2011/2012, com exceção de 2010/2011, ano em que apresentaram similar massa. Dados tão contrastantes entre as três cultivares indicam haver grande diversidade comportamental quanto a esse parâmetro para genótipos cultivados em distintas condições edafoclimáticas.

Durante a primavera, a emissão de segunda floração foi observada somente em pereiras ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Santa Maria’. A floração e o desenvolvimento dos frutos, a partir de um ponto de vista evolutivo, são mecanismos pelos quais as plantas disseminam sementes viáveis e asseguram a propagação da próxima geração (HIRST, 2003). As sementes viáveis dos frutos são muito ativas na síntese de giberelinas e o seu nível endógeno corresponde a um dos fatores mais importantes na inibição da indução floral das angiospermas e na alternância de produção na safra subsequente (LUZ *et al.*, 2012).

Segundo Floss (2011) e Luz (2012), a emissão de inflorescências também depende da capacidade de cada genótipo, condições climáticas (especialmente disponibilidade hídrica, temperatura e comprimento do dia), práticas agrônômicas – dentre elas a adubação, densidade de plantio, irrigação e uso de fitorreguladores – e danos diversos por fatores bióticos e abióticos. A segunda floração pode ser decorrente de uma desregulação fisiológica que contribui, possivelmente, para um desbalanço nos níveis endógenos dos reguladores de crescimento no ano seguinte.

Ao contrário de outras frutíferas, como a videira, florações secundárias ainda não têm apresentado a finalidade produtiva para a cultura da pereira. A produção dos frutos oriundos da segunda floração pode se tornar a principal fonte de renda, como já ocorrido na propriedade onde foi instalado o presente experimento, pela ocorrência de adversidades climáticas, tais como granizo ou outras intempéries, que danifiquem os frutos da primeira floração. Isso tem sido possível somente mediante a comercialização dos frutos para o processamento industrial da polpa, pois a morfologia dos frutos de segunda floração não é

atrativa aos consumidores devido ao reduzido calibre, à conformação irregular e ao desenvolvimento do pedúnculo, deformando o seu tradicional formato piriforme.

A distinta formação do pedúnculo, o qual é oriundo da diferenciação de primórdios florais a partir do ápice do ramo de crescimento do ano e que anteriormente era verde, se lignifica e atinge muito maior comprimento do que se proviesse de uma gema pré-formada no ciclo anterior. Outras prováveis dificuldades de obter a formação desses frutos com morfologia padronizada e calibre satisfatório para comercialização *in natura* são a deficitária implantação de polinizadoras compatíveis com segunda floração coincidente (item “4.1.4” - Fenologia), a reduzida produção de grãos de pólen por antera e por flor e a baixa germinação dos tubos polínicos de alguns genótipos (item “4.1.2” - Produção de grãos de pólen), o que dificultaria a fertilização. Além desses aspectos, em virtude da ocorrência mais tardia da floração, as condições meteorológicas, principalmente de elevadas temperatura do ar, podem desfavorecer o período efetivo de polinização e a fertilização das flores, a exemplo do que diversas pesquisas vêm demonstrando durante a primeira floração (TROMP & BORSBOOM, 1996; SANZOL & HERRERO, 2001; SANZOL *et al.*, 2003b; GONÇALVES, 2008).

Mesmo que não ocorra a fertilização, a polinização cruzada incrementa a duração da viabilidade do saco embrionário por impulsionar a atividade citoplasmática e bioquímica no pistilo, além de promover o desenvolvimento do ovário, o qual é interpretado pela planta como fertilização (JACKSON, 2003). Em algumas cultivares, até mesmo a realização de autopolinização induz à maior produção de frutos partenocárpicos do que em pereiras sem polinização alguma, indicando que essas plantas possuem autonomia estimulante para induzir frutificações partenocárpicas nelas mesmas (MORIYA *et al.*, 2005). Temperaturas elevadas foram relatadas por Gonçalves (2008) como inadequadas à germinação do tubo polínico, o que seria prejudicial tanto em polinização

cruzada como em autopolinização, dificultando a produção, até mesmo partenocárpica, proveniente de segunda floração.

Em pomares cultivados na Europa e nos EUA (JOHNSON *et al.*, 2006; MUSACCHI, 2008), a emissão de segunda floração tem sido relacionada a genótipos suscetíveis ao fogo bacteriano (*Erwinia amylovora* (Burrill) Winslow *et al.* emend. Hauben *et al.*), doença de grande relevância mundial para a cultura da pereira. Naquelas condições, ‘William’s’ apresenta uma segunda floração em período subsequente à primeira, o que não foi detectado para o mesmo genótipo nas condições edafoclimáticas de São Francisco de Paula.

Segundo Blachinsky *et al.* (2006), a incidência desse patógeno está relacionada com o baixo desenvolvimento vegetativo durante o outono e aos surtos vegetativos logo após o florescimento, que coincidem com a floração secundária na primavera. Tem sido utilizada a proexadiona de cálcio, fitorregulador pertencente ao grupo dos inibidores de biossíntese de etileno, para conter o vigor vegetativo e inibir o lançamento primaveril de inflorescências decorrentes de surtos vegetativos, e com a finalidade de ocasionar a modificação do metabolismo dos flavonoides, os quais atuam contra o agente causal do fogo bacteriano (JOHNSON *et al.*, 2006; MUSACCHI, 2008). A doença ainda não foi detectada no Brasil, existindo barreiras fitossanitárias e um plano nacional de contingência sanitária (BRASIL, 2001; MARTINS & OLIVEIRA, 2007).

Os mesmos atributos avaliados na primeira floração foram descritos para a emissão secundária das flores de ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Santa Maria’ na Tabela 7. ‘Abate Fetel’ produziu mais flores do que ‘Santa Maria’ em 2009/2010, diferença que não foi detectada em 2010/2011 provavelmente pela ausência de segunda floração nas pereiras ‘Abate Fetel’ em virtude da produção de frutos da safra anterior. Em 2011/2012, as inflorescências de ‘Abate Fetel’ apresentaram mais flores do que ‘Clapp’s

Favourite’, que por sua vez emitiu superior quantidade de flores por inflorescência do que ‘Santa Maria’.

TABELA 7. Número de flores por inflorescência, massa da inflorescência e massa média estimada da flor da segunda floração de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Santa Maria’. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012.

Cultivar	Flores/Inflorescência (n°)		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
Abate Fetel	6,68 a A	- *	5,48 a A
Clapp’s Favourite	5,68 ab A	3,36 <sup>ns</sup> B	3,38 b B
Santa Maria	5,14 b A	2,50 B	1,48 c B
CV (%)	49,39		
Cultivar	Massa da Inflorescência (g)		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
Abate Fetel	1,68 <sup>ns</sup> A	- *	1,79 b A
Clapp’s Favourite	1,55 B	1,44 <sup>ns</sup> B	3,85 a A
Santa Maria	1,59 AB	2,24 A	1,00 b B
CV (%)	75,69		
Cultivar	Massa da Flor (g)		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
Abate Fetel	0,3050 <sup>ns</sup> A	- *	0,3420 b A
Clapp’s Favourite	0,3824 B	0,4586 b B	1,3674 a A
Santa Maria	0,3414 B	1,1086 a A	0,6112 b B
CV (%)	96,73		

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo Teste de Tukey.  
<sup>ns</sup> Não significativo na coluna. \* Ausência de segunda floração.

A partir do estágio fenológico “H” que corresponde ao início da frutificação, durante a primeira floração de 2010/2011 e 2011/2012, assim como da segunda floração do último ano, foi verificada a morte dos frutinhos de ‘Abate Fetel’ com sintomas de necrose e abscisão. Uma amostra do material foi enviada para análise fitossanitária, sendo diagnosticada a presença do fungo *Venturia pirina* Aderh., agente causal da sarna da pereira, conforme Apêndice 5. A suspeita da presença de bactérias fez parte da investigação, entretanto não foi detectada. Mesmo assim, não foram verificadas diferenças no número de flores emitidas por inflorescência na floração secundária de ‘Abate Fetel’ em

2011/2012 com relação às produzidas em 2009/2010, quando os sintomas da doença não foram visualizados.

Embora as pereiras possam emitir de duas a 17 flores por inflorescência (WESTWOOD, 1993; QUEZADA & NAKASU 2003; THERON, 2011) e que as cultivares comerciais produzam de sete a oito flores por inflorescência (MUNIZ *et al.*, 2012a), as cultivares avaliadas em São Francisco de Paula, em geral, produziram menos do que foi relatado por Muniz *et al.* (2012a) e variaram entre os genótipos analisados. Comparando-se a quantidade média de flores produzidas nos três anos, na primeira floração, encontrou-se de: 6,2 a 7,4 flores em ‘Abate Fetel’; 3,8 a 6,1 flores em ‘Clapp’s Favourite’; 2,8 a 4,9 flores em ‘Packham’s Triumph’; 3,2 a 8,6 flores em ‘Rocha’; 2,4 a 5,2 flores em ‘Santa Maria’; e 5,2 a 6,3 flores em ‘William’s’. A quantidade de flores emitidas por inflorescência na segunda floração reduziu substancialmente, variando de: 5,5 a 6,7 flores em ‘Abate Fetel’; 3,4 a 5,7 flores em ‘Clapp’s Favourite’; e 1,5 a 5,1 flores em ‘Santa Maria’.

Valor também inferior à média registrada por Sousa (2010), de 7,1 flores por inflorescência em pereiras ‘Rocha’ cultivadas em Portugal, o número médio de flores produzidas por inflorescência na primeira floração foi de 5,4 para as condições de São Francisco de Paula. Webster (2002) já havia descrito sobre a dificuldade de prever a produção de flores e a sua caracterização, sendo que a qualidade das flores ainda é um dos fatores menos compreendidos e um dos componentes mais importantes da produtividade das pereiras.

Comparativamente entre as florações, ‘Abate Fetel’ se enquadraria como um exemplo clássico do descrito para o grupo de abertura centrípeta, tanto na primeira como na segunda floração, com elevada produção de flores por inflorescência em relação aos demais genótipos. ‘Clapp’s Favourite’, pertencente ao mesmo grupo, não apresentou uma

tendência muito clara de maior emissão de flores nas condições analisadas por exibir alternância de emissão de flores em ambas as florações dos últimos dois anos.

A abertura das flores de ‘Santa Maria’, cultivar com sequência divergente de abertura das flores em relação à posição ocupada na inflorescência, propiciou reduzida emissão de flores por inflorescência na primeira floração de 2009/2010 a 2011/2012. Tal circunstância também foi verificada na segunda floração quando comparada à centrípeta ‘Abate Fetel’, porém emitiu quantidade similar à de ‘Clapp’s Favourite’ em 2009/2010 e 2010/2011.

Nos dois primeiros anos de avaliação, os genótipos com segunda floração não apresentaram diferença de massa entre as suas inflorescências e, em 2011/2012, ‘Clapp’s Favourite’ produziu inflorescências de maior massa do que as outras duas cultivares. O mesmo ocorreu com a massa estimada da flor durante os três anos, com exceção de 2010/2011, em que ‘Santa Maria’ emitiu flores de maior massa média do que ‘Clapp’s Favourite’.

Foi observada a redução na emissão de flores por inflorescência oriunda da segunda floração de ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Santa Maria’ nos últimos dois anos. Nessas situações o crescimento foi acentuado, pois produziram poucas flores devido à alternância de emissão floral e apresentaram mais que o dobro em massa média da flor e massa da inflorescência. Essas alterações ocorreram em ‘Santa Maria’ na segunda floração em 2010/2011, bem como em relação à massa estimada das flores dessa cultivar na primeira floração do mesmo ano, e ‘Clapp’s Favourite’ na segunda floração em 2011/2012.

Houve correlação positiva entre o número de flores contidas por inflorescência e a massa fresca da inflorescência de segunda floração, assim como na primeira floração (Tabelas 6 e 8). Contudo, essa correlação positiva foi detectada durante a segunda floração somente em 2009/2010 em ‘Santa Maria’ e em 2010/2011 nas três cultivares, condições

em que a grande emissão de flores por inflorescência proporcionou a obtenção de inflorescências com maior massa.

TABELA 8. Coeficiente de correlação entre o número de flores por inflorescência e a massa de inflorescência e entre o número de flores por inflorescência e a massa média estimada da flor da segunda floração de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Santa Maria’. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012.

Cultivar	Ano	Coeficiente de Correlação (r)	
		Flores/Inflorescência (n°) e Massa da Inflorescência (g)	Flores/Inflorescência (n°) e Massa da Flor (g)
Abate Fetel	2009/2010	0,04 <sup>ns</sup>	-0,43 <sup>**</sup>
	2010/2011	0,69 <sup>**</sup>	-0,67 <sup>**</sup>
	2011/2012	0,03 <sup>ns</sup>	-0,43 <sup>**</sup>
Clapp’s Favourite	2009/2010	0,62 <sup>ns</sup>	-0,28 <sup>*</sup>
	2010/2011	0,47 <sup>**</sup>	-0,28 <sup>*</sup>
	2011/2012	0,26 <sup>ns</sup>	-0,39 <sup>**</sup>
Santa Maria	2009/2010	0,71 <sup>**</sup>	-0,60 <sup>**</sup>
	2010/2011	0,75 <sup>**</sup>	0,13 <sup>ns</sup>
	2011/2012	0,04 <sup>ns</sup>	-0,43 <sup>**</sup>

\* e \*\* Significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de Tukey.  
<sup>ns</sup> Não significativo.

Mais frequente na floração secundária do que na primária foi a correlação negativa entre o número de flores por inflorescência e a massa estimada da flor, em que a menor quantidade de flores ocasionou o aumento da massa estimada da flor. De todas as cultivares e anos em que se realizou essa análise, apenas ‘Santa Maria’ não apresentou correlação quanto à esses parâmetros em 2010/2011. As condições térmicas mais elevadas, comuns na época dos surtos de crescimento e da emissão de floração secundária em pereiras, podem ter propiciado a diferenciação mais acelerada das flores, emitidas em menor quantidade, com maior produção de folhas e desenvolvimento de outras estruturas que compõem a inflorescência, refletindo na maior massa média estimada.

Comparando as florações, conforme Figura 11, foram verificadas diferenças na quantidade de flores emitidas por inflorescência entre as distintas florações somente em

2011/2012 (Figura 11.a). Tanto ‘Clapp’s Favourite’ como ‘Santa Maria’ exibiram maior número de flores em inflorescências decorrentes de primeira floração do que nas advindas da segunda emissão de flores.

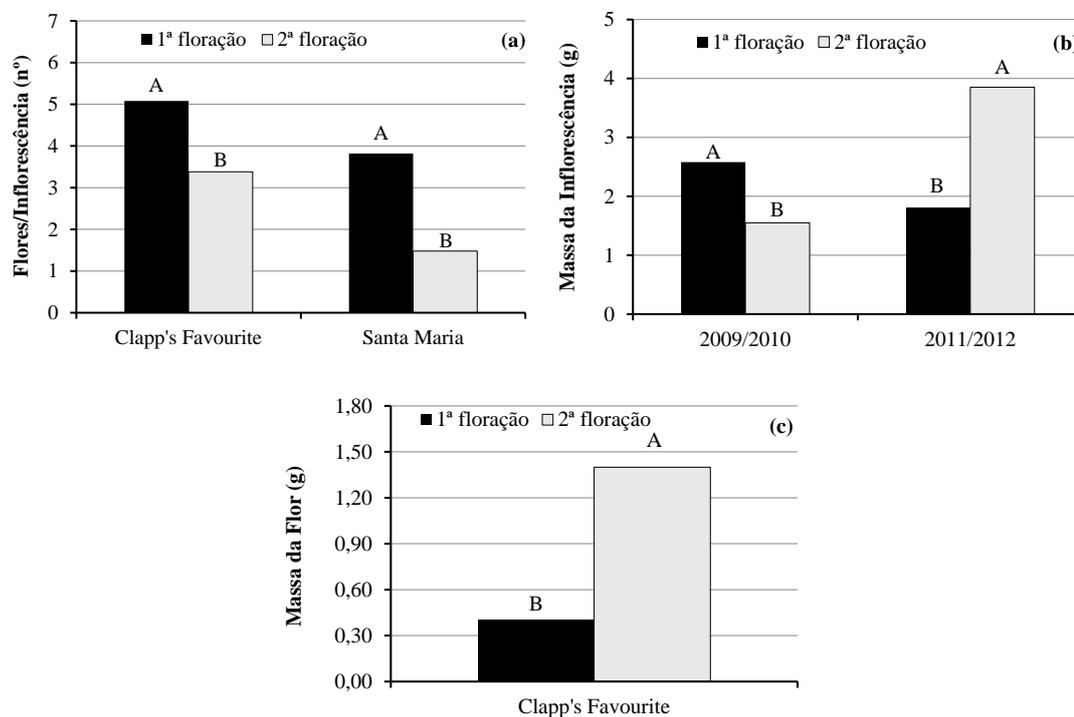


FIGURA 11. Comparações entre primeira e segunda florações de pereiras europeias: quantidade de flores por inflorescência de ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Santa Maria’ em 2011/2012 (a); massa da inflorescência de ‘Clapp’s Favourite’ em 2009/2010 e 2011/2012 (b); e massa estimada da flor de ‘Clapp’s Favourite’ em 2011/2012 (c). Médias com letras distintas nas barras agrupadas diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). São Francisco de Paula, RS. 2009/2010 e 2011/2012.

Quanto à massa das inflorescências, as diferenças observadas ficaram restritas à ‘Clapp’s Favourite’ (Figura 11.b), que produziu inflorescências oriundas de primeira floração com maior massa em 2009/2010. Em 2011/2012, ao contrário, foi detectada elevada massa das inflorescências de segunda floração. Em ambas as situações, o incremento em massa ocorreu pelo aumento da quantidade de flores emitidas por inflorescência, conforme correlação positiva exposta nas Tabelas 6 e 8.

Foi verificada maior massa média da flor oriunda de segunda floração em ‘Clapp’s Favourite’ durante 2011/2012 (Figura 11.c). A menor formação de flores na floração secundária dessa cultivar, quando comparada à emissão primária (Figura 11.a), ocasionou essa diferença, conforme correlação negativa desses parâmetros verificada para ambas as florações (Tabelas 6 e 8).

#### **4.1.1.3 Flores**

Durante a primeira floração, pequena quantidade de pistilos foi produzida por flores de ‘Abate Fetel’ nos três anos de análise, por ‘Rocha’ em 2009/2010 e por ‘Clapp’s Favourite’ em 2011/2012 (Tabela 9). No decorrer dos anos, foi verificada menor quantidade de pistilos emitidos por flor de ‘Rocha’ (4,7 pistilos por flor) em 2009/2010 do que em 2010/2011 (4,9 pistilos por flor) e de ‘Clapp’s Favourite’ (4,4 pistilos por flor) no último ano do que nos dois antecessores (em ordem cronológica, respectivamente, 4,3 e 4,4 pistilos contidos por flor).

Não foi observada diferença na quantidade de pistilos produzidos por flor nas cultivares que floresceram pela segunda vez, com exceção de ‘Abate Fetel’, que em 2011/2012 produziu menos pistilos (4,3 pistilos por flor) do que as demais cultivares (Tabela 10). Esta quantidade também foi inferior ao número de pistilos que ‘Abate Fetel’ havia produzido na floração secundária de 2009/2010 (4,8 pistilos por flor).

Tanto na primeira como na segunda floração (Tabelas 9 e 10), o número de pistilos produzidos por flor variou de 4,3 a 5,0. Esta quantidade esteve situada dentro da faixa de 2,0 a 5,0 pistilos por flor anteriormente descritos por Quezada e Nakasu (2003) para flores de pereiras. Sousa (2010) encontrou o valor médio de 5,0 pistilos por flor em pereiras ‘Rocha’ cultivadas em Portugal, próximo ao verificado em São Francisco de Paula, variando de 4,7 a 4,9 pistilos emitidos por flor no decorrer dos três anos de avaliação (Tabela 9).

TABELA 9. Quantidade e comprimento dos pistilos e das anteras de flores da primeira floração de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’, ‘Rocha’, ‘Santa Maria’ e ‘William’s’. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012.

Cultivar	Pistilos/Flor (n°)		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
Abate Fetel	4,30 c A	4,40 b A	4,30 b A
Clapp’s Favourite	4,77 ab A	4,80 a A	4,37 b B
Packham’s Triumph	4,97 a A	4,77 a A	4,93 a A
Rocha	4,67 b B	4,93 a A	4,83 a AB
Santa Maria	4,93 a A	4,87 a A	5,00 a A
William’s	4,97 a A	4,97 a A	4,93 a A
CV (%)	9,33		
Cultivar	Comprimento dos Pistilos (mm)		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
Abate Fetel	9,93 c A	9,79 b A	9,16 c B
Clapp’s Favourite	10,26 c B	10,40 a B	11,74 a A
Packham’s Triumph	12,39 a A	9,94 a C	11,85 a B
Rocha	11,75 b A	9,85 b B	9,35 c C
Santa Maria	9,95 c A	8,88 c B	10,31 b A
William’s	8,96 d A	8,89 c A	9,04 c A
CV (%)	9,79		
Cultivar	Anteras/Flor (n°)		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
Abate Fetel	15,53 c AB	14,67 e B	16,47 d A
Clapp’s Favourite	20,30 a A	21,13 a A	20,67 a A
Packham’s Triumph	19,80 a A	18,60 c B	20,47 ab A
Rocha	16,70 b B	19,23 bc A	17,73 c B
Santa Maria	14,07 d B	16,93 d A	17,07 cd A
William’s	19,37 ab A	20,27 ab A	19,50 b A
CV (%)	12,46		
Cultivar	Comprimento das Anteras (mm)		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
Abate Fetel	8,95 a A	8,72 a A	6,23 ab B
Clapp’s Favourite	5,96 bc B	6,13 b AB	6,61 a A
Packham’s Triumph	6,46 b A	5,02 c B	6,30 ab A
Rocha	5,55 cd A	5,00 c B	4,95 c B
Santa Maria	5,26 d B	5,03 c B	5,84 b A
William’s	5,34 d A	5,22 c A	4,94 c A
CV (%)	17,55		

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo Teste de Tukey.

TABELA 10. Quantidade e comprimento dos pistilos e das anteras de flores da segunda floração de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Santa Maria’. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012.

Cultivar	Pistilos/Flor (n°)					
	2009/2010		2010/2011		2011/2012	
Abate Fetel	4,77 <sup>ns</sup>	A	-	*	4,33	b B
Clapp’s Favourite	4,63	A	4,73 <sup>ns</sup>	A	4,97	a A
Santa Maria	4,70	A	4,93	A	4,83	a A
CV (%)	11,44					
Cultivar	Comprimento dos Pistilos (mm)					
	2009/2010		2010/2011		2011/2012	
Abate Fetel	5,64	c B	-	*	7,50	b A
Clapp’s Favourite	7,32	b B	7,37	b B	8,55	a A
Santa Maria	8,89	a A	8,36	a B	9,02	a A
CV (%)	12,41					
Cultivar	Anteras/Flor (n°)					
	2009/2010		2010/2011		2011/2012	
Abate Fetel	15,47	b B	-	*	17,53	a A
Clapp’s Favourite	11,63	c B	12,13	b B	14,20	b A
Santa Maria	20,30	a A	21,03	a A	17,33	a B
CV (%)	18,34					
Cultivar	Comprimento das Anteras (mm)					
	2009/2010		2010/2011		2011/2012	
Abate Fetel	4,12	c B	-	*	6,52	a A
Clapp’s Favourite	4,86	b B	4,93	b B	6,26	ab A
Santa Maria	5,55	a A	5,52	a A	5,97	b A
CV (%)	16,44					

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo Teste de Tukey.

<sup>ns</sup> Não significativo na coluna. \* Ausência de segunda floração.

As flores de ‘Packham’s Triumph’ produziram pistilos de maior comprimento do que as demais cultivares na primeira floração de 2009/2010. Nos dois anos seguintes, conjuntamente com as flores de ‘Clapp’s Favourite’, apresentaram pistilos de dimensão superior aos das flores emitidas por outros genótipos. Comparando-se o comportamento de cada cultivar ao longo dos anos, as flores que apresentaram os maiores comprimentos de pistilos foram: ‘Packham’s Triumph’ e ‘Rocha’ em 2009/2010 do que nos demais anos; ‘Abate Fetel’ em 2009/2010 e 2010/2011 do que em 2011/2012; ‘Santa Maria’ em

2009/2010 e 2011/2012 em relação à 2010/2011; e ‘Clapp’s Favourite’ em 2011/2012 do que nos dois anos anteriores.

Rufato *et al.* (2012), inversamente, não detectaram diferenças no comprimento dos pistilos entre as flores das pereiras ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’ e ‘William’s’ cultivadas em Vacaria em 2009/2010, nem confrontando as mesmas cultivares com o comportamento apresentado no ano seguinte. Entretanto, verificaram menores pistilos em ‘William’s’ do que nas outras duas cultivares em 2010/2011, corroborando com os dados obtidos em São Francisco de Paula durante os três anos de avaliação.

Na emissão da florada secundária, ‘Santa Maria’ apresentou pistilos de maior comprimento durante os dois primeiros anos de avaliação. Em 2011/2012, conjuntamente com ‘Clapp’s Favourite’ que na primeira floração também apresentou grande dimensão, produziram pistilos maiores do que ‘Abate Fetel’. Ao longo dos anos, as maiores extensões de pistilos foram detectadas na segunda floração de ‘Santa Maria’ durante 2009/2010 e nas três cultivares analisadas em 2011/2012.

Elevada produção de anteras em flores da primeira floração de 2009/2010 foram detectadas em ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’ e ‘William’s’. Em 2010/2011, ‘Clapp’s Favourite’ e ‘William’s’ conservaram a característica de grande emissão de anteras por flor; e em 2011/2012, ‘Clapp’s Favourite’ mais uma vez manteve grande quantidade de anteras por flor, assim como ‘Packham’s Triumph’ que tornou a ter alta produção.

Comparando-se os genótipos no decorrer das primeiras florações, ‘Clapp’s Favourite’ e ‘William’s’ emitiram a mesma quantidade de anteras por flor de 2009/2010 a 2011/2012. As demais cultivares apresentaram grande variação comportamental quanto a este parâmetro, porém exibiram a máxima expressão de diferenciação desse verticilo floral conforme segue: ‘Abate Fetel’ em 2011/2012; ‘Packham’s Triumph’ em 2009/2010 e 2011/2012; ‘Rocha’ em 2010/2011; e ‘Santa Maria’ em 2010/2011 e 2011/2012.

Na segunda floração, ‘Santa Maria’ produziu mais anteras por flor do que as demais cultivares de 2009/2010 a 2011/2012. No decorrer do tempo, ‘Santa Maria’ emitiu o menor número de anteras por flor em 2011/2012 do que nos dois anos anteriores e ‘Clapp’s Favourite’ produziu mais anteras por flor em 2011/2012 do que em 2009/2010.

Segundo Quezada e Nakasu (2003), as flores das pereiras produzem de 20 a 30 anteras. No presente estudo, apenas ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’ e ‘William’s’ apresentaram a formação superior a 20 anteras na primeira floração. Para ‘Clapp’s Favourite’ isso ocorreu mais frequentemente, sendo observado mais do que 20 anteras nos três anos de observação. Em ‘William’s’ essa emissão de estames foi visualizada apenas nas flores produzidas no segundo ano e em ‘Packham’s Triumph’ no último ano. Na segunda floração somente ‘Santa Maria’ formou mais de 20 anteras por flor, o que foi observado em 2009/2010 e 2010/2011.

Em valor médio, no presente estudo, foram produzidas 17,9 anteras por flor de pereira ‘Rocha’. Conforme Sousa (2010), pereiras ‘Rocha’ diferenciam menor quantidade nas condições de cultivo em Portugal, que, em média, é de 15,9 anteras por flor.

As anteras de maior comprimento foram verificadas na floração primária de ‘Abate Fetel’ durante os três anos de avaliação. No terceiro ano, as flores de ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Packham’s Triumph’ apresentaram pistilos tão grandes quanto os de ‘Abate Fetel’.

Mesmo ‘Abate Fetel’ apresentando elevada dimensão de anteras por flor proveniente de primeira floração, em 2011/2012 exibiu menor comprimento do que nos anos anteriores. Avaliando-se o comportamento das cultivares no decorrer do tempo, os maiores comprimentos de antera foram verificados nas flores de ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Santa Maria’ em 2011/2012; ‘Packham’s Triumph’ em 2009/2010 e 2011/2012; e ‘Rocha’ em 2009/2010. ‘William’s’, assim como observado em relação à quantidade de anteras diferenciadas, não apresentou variação no comprimento desse verticilo floral de 2009/2010 a 2011/2012.

Rufato *et al.* (2012) avaliaram a massa fresca das anteras de pereiras ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’ e ‘William’s’ cultivadas em Vacaria durante 2009/2010 e 2010/2011. No primeiro ano, detectaram anteras de maior massa em ‘William’s’ do que em ‘Packham’s Triumph’, sendo que a massa das anteras de ‘Clapp’s Favourite’ não diferiu de ambas cultivares. Partindo-se do pressuposto de que anteras maiores apresentam maior massa, as anteras de ‘William’s’ provavelmente foram maiores do que as de ‘Packham’s Triumph’, mas também não diferiram das de ‘Clapp’s Favourite’. Os três genótipos apresentaram comprimento (massa) de anteras similares em 2010/2011, porém menores (mais leves) do que os obtidos na floração primária de 2009/2010 no mesmo pomar em Vacaria.

Nas condições de São Francisco de Paula, ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Packham’s Triumph’ também emitiram anteras de mesmo comprimento, porém exibiram maior dimensão do que as anteras desenvolvidas por flores de ‘William’s’ em 2009/2010. ‘Clapp’s Favourite’, na primeira floração do ano seguinte (2010/2011), exibiu anteras maiores do que as outras duas cultivares, sem que fossem detectadas diferenças na massa dos três genótipos por Rufato *et al.* (2012) durante o mesmo ano em Vacaria. Nem mesmo em 2011/2012 ‘William’s’ teve anteras maiores do que as outras duas cultivares no presente experimento, sendo novamente observado que ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Packham’s Triumph’ exibiram anteras de grandes dimensões. Tanto ‘Clapp’s Favourite’ como ‘William’s’ não demonstraram variação quanto a este parâmetro de 2009/2010 a 2010/2011. Entretanto, como observado em massa e, possivelmente, dimensão de anteras em Vacaria (RUFATO *et al.*, 2012), ‘Packham’s Triumph’ também apresentou anteras menores em 2010/2011 do que em 2009/2010 no presente experimento.

O comprimento de anteras emitidas na segunda floração foi maior em ‘Santa Maria’ do que nas demais cultivares em 2009/2010 e 2010/2011, sendo que ‘Abate Fetel’ passou a emitir anteras de maior extensão do que ‘Santa Maria’ em 2011/2012. Comparando-se este

parâmetro ao longo dos anos, foi observado que houve o maior desenvolvimento em tamanho das anteras de ‘Abate Fetel’ e ‘Clapp’s Favourite’ em 2011/2012 do que nos anos anteriores, enquanto que ‘Santa Maria’ não apresentou variação no decorrer das segundas florações.

Faoro (2009) encontrou maior suscetibilidade a formação de pistilos duplos na pereira japonesa ‘Kousui’, com a emissão de 6,5 pistilos por flor no município de Caçador, região em que ocorre menor disponibilidade de frio que o exigido pelo genótipo. Além disso, verificou que as pereiras japonesas ‘Housui’, ‘Kousui’ e ‘Nijisseiki’ são induzidas a alterações na expressão das estruturas florais nessa condição, favorecendo a formação de flores com maior quantidade de sépalas, pétalas, maior número e comprimento dos pistilos e maior número de anteras.

No presente experimento não foi possível detectar alterações evidentes em 2010/2011, ano de menor acúmulo de frio hibernal (Apêndice 2), tanto na primeira como na segunda florações quanto às características de quantidade e comprimento de pistilos e anteras formadas por flor nas seis cultivares de pereiras europeias avaliadas. Houve apenas uma tendência de maior emissão de pistilos contidos por flor em pereiras Rocha’ durante a primeira floração em 2010/2011 do que em 2011/2012, aumento que foi efetivamente superior em relação às flores emitidas em 2009/2010.

Nenhum dos genótipos expressou alteração fenotípica quanto a quantidade de pistilos emitidos entre as distintas florações emitidas por ciclo de 2009/2010 a 2011/2012. Opostamente, ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Santa Maria’ produziram pistilos maiores na primeira floração do que nas flores produzidas na segunda floração em 2009/2010 e 2011/2012 (Figuras 12.a e 12.c). Este comportamento foi repetido por ‘Clapp’s Favourite’ em 2010/2011 (Figura 12.b), enquanto que os pistilos de primeira e segunda florações de ‘Santa Maria’ não apresentaram diferença de comprimento no mesmo ano.

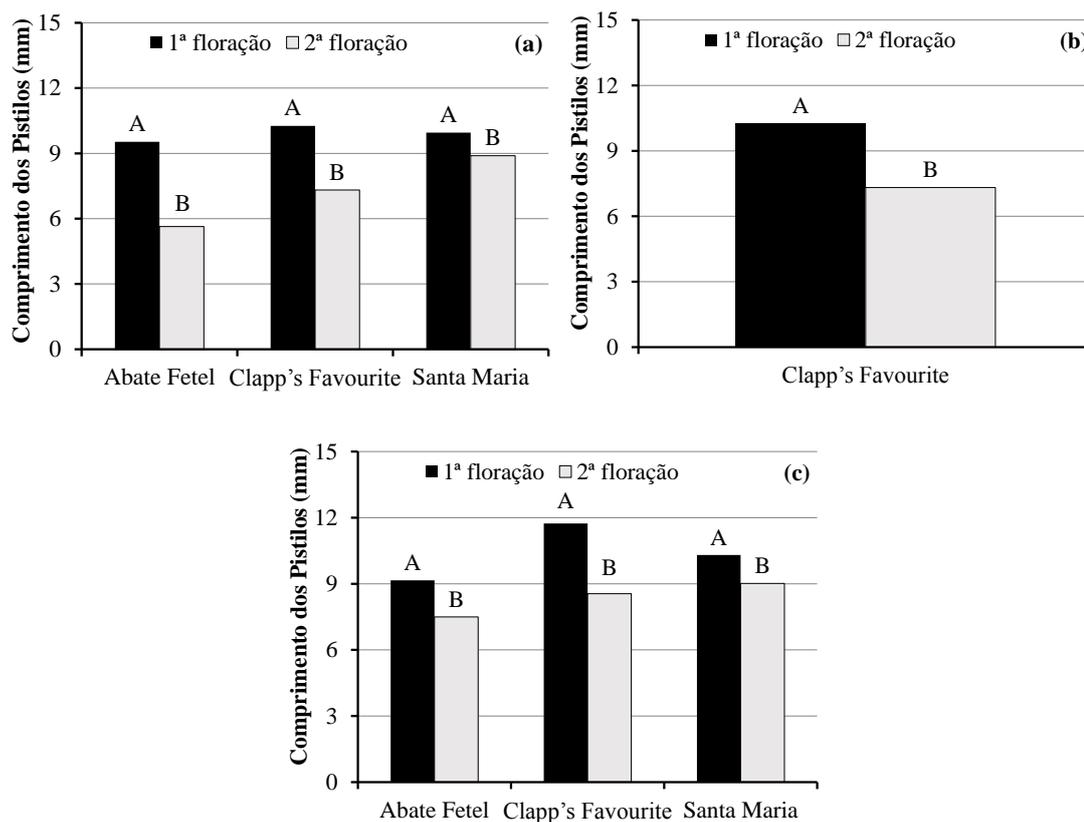


FIGURA 12. Comparações do comprimento dos pistilos oriundos de flores de primeira e segunda florações de pereiras europeias: 'Abate Fetel', 'Clapp's Favourite' e 'Santa Maria' em 2009/2010 (a); 'Clapp's Favourite' em 2010/2011 (b); e 'Abate Fetel', 'Clapp's Favourite' e 'Santa Maria' em 2011/2012 (c). Médias com letras distintas nas barras agrupadas diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012.

Faoro (2009) detectou maior quantidade e comprimento dos pistilos e número de anteras em pereiras japonesas cultivadas em locais de regimes térmicos mais elevados. No presente experimento, não foram observadas diferenças entre a quantidade de pistilos formados, porém as flores oriundas de primeira floração das pereiras europeias apresentaram, de modo geral, maior comprimento de pistilos, o que pode ter sido ocasionado pelo maior regime térmico durante o desenvolvimento desse verticilo floral originário de floração primária.

'Clapp's Favourite' também produziu mais anteras na primeira do que na segunda floração em todos os anos de avaliação (Figuras 13.a a 13.c). Quanto a esse parâmetro

também parece ser relevante o fator genético, pois ‘Santa Maria’, ao contrário, teve a segunda floração como principal fonte de anteras produzidas por flor em 2009/2010 e 2010/2011 (Figuras 13.a e 13.b). Não foi verificada a mesma diferença nas flores de ‘Santa Maria’ durante 2011/2012 em virtude do aumento da diferenciação de anteras na primeira floração (Tabela 9) e, principalmente, da redução desse componente verticilar durante a segunda floração (Tabela 10).

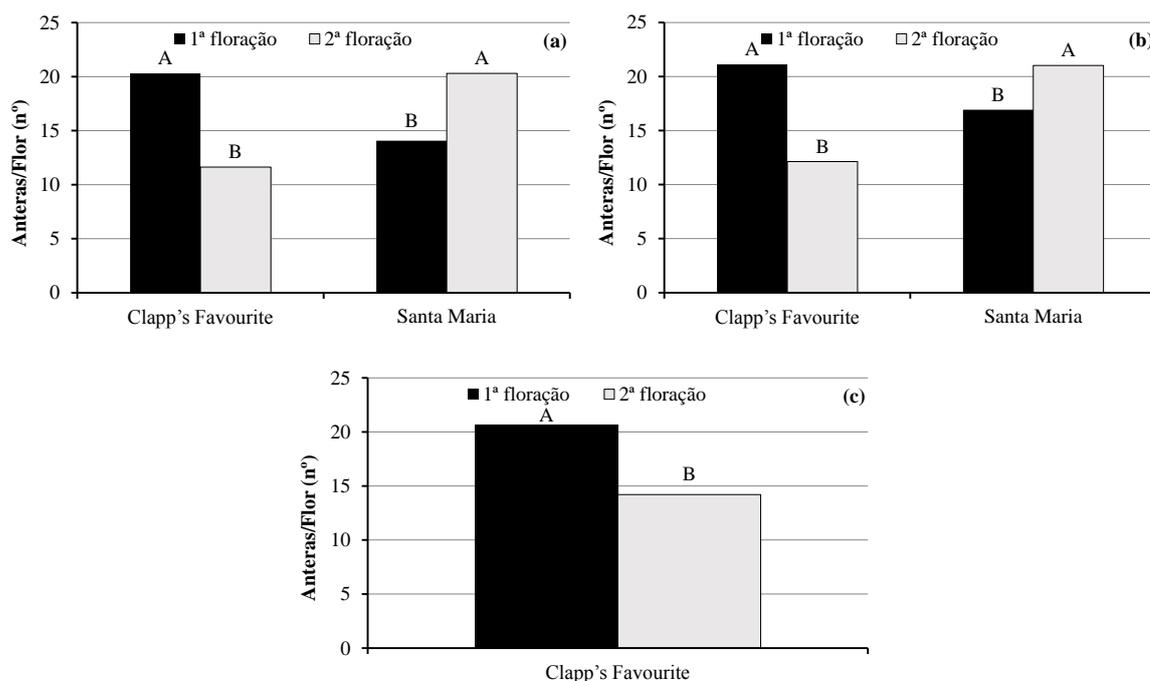


FIGURA 13. Comparações do número de anteras oriundas de flores de primeira e segunda florações de pereiras europeias: ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Santa Maria’ em 2009/2010 (a); ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Santa Maria’ em 2010/2011 (b); e ‘Clapp’s Favourite’ em 2011/2012 (c). Médias com letras distintas nas barras agrupadas diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012.

‘Abate Fetel’ teve o tamanho das anteras reduzido a menos da metade na segunda floração de 2009/2010 (Figura 14.a). Neste ano e também em 2010/2011 (Figuras 14.b) foi detectada diferença nas anteras produzidas por ‘Clapp’s Favourite’, que do mesmo modo apresentaram menor comprimento na segunda floração quando comparadas às emitidas nas

flores oriundas de primeira floração. As anteras produzidas nas distintas florações de 2011/2012 não apresentaram diferença quanto ao comprimento alcançado.

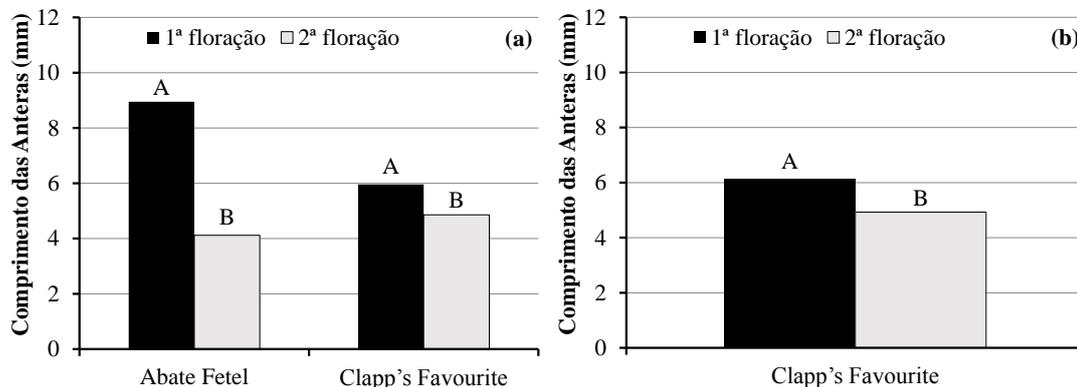


FIGURA 14. Comparações do comprimento das anteras oriundas de flores de primeira e segunda florações de pereiras europeias: 'Abate Fetel', 'Clapp's Favourite' e 'Santa Maria' em 2009/2010 (a); e 'Clapp's Favourite' em 2010/2011 (b). Médias com letras distintas nas barras agrupadas diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2010/2011.

As anomalias florais registradas foram sistematizadas em dois grupos para facilitar a compreensão dos fenômenos observados durante as florações. No primeiro grupo constam as alterações relativas à diminuição do número de estruturas presentes e/ou do comprimento dos verticilos dos estames (1) e pistilos (2).

No segundo grupo estão contidas as seguintes anomalias referentes à inversão e/ou fusão de verticilos (Figura 15): estames petaloides (3); pétalas localizadas no verticilo das sépalas e/ou sépalas situadas no verticilo das pétalas (4); pétalas e/ou sépalas localizadas no verticilo dos estames (5); pétalas e/ou sépalas localizadas nos verticilos dos estames e pistilos (6); e pistilos localizados no verticilo dos estames (7). Na Tabela 11 constam os registros de frequência e porcentagem com que as anomalias florais ocorridas na primeira floração foram detectadas.

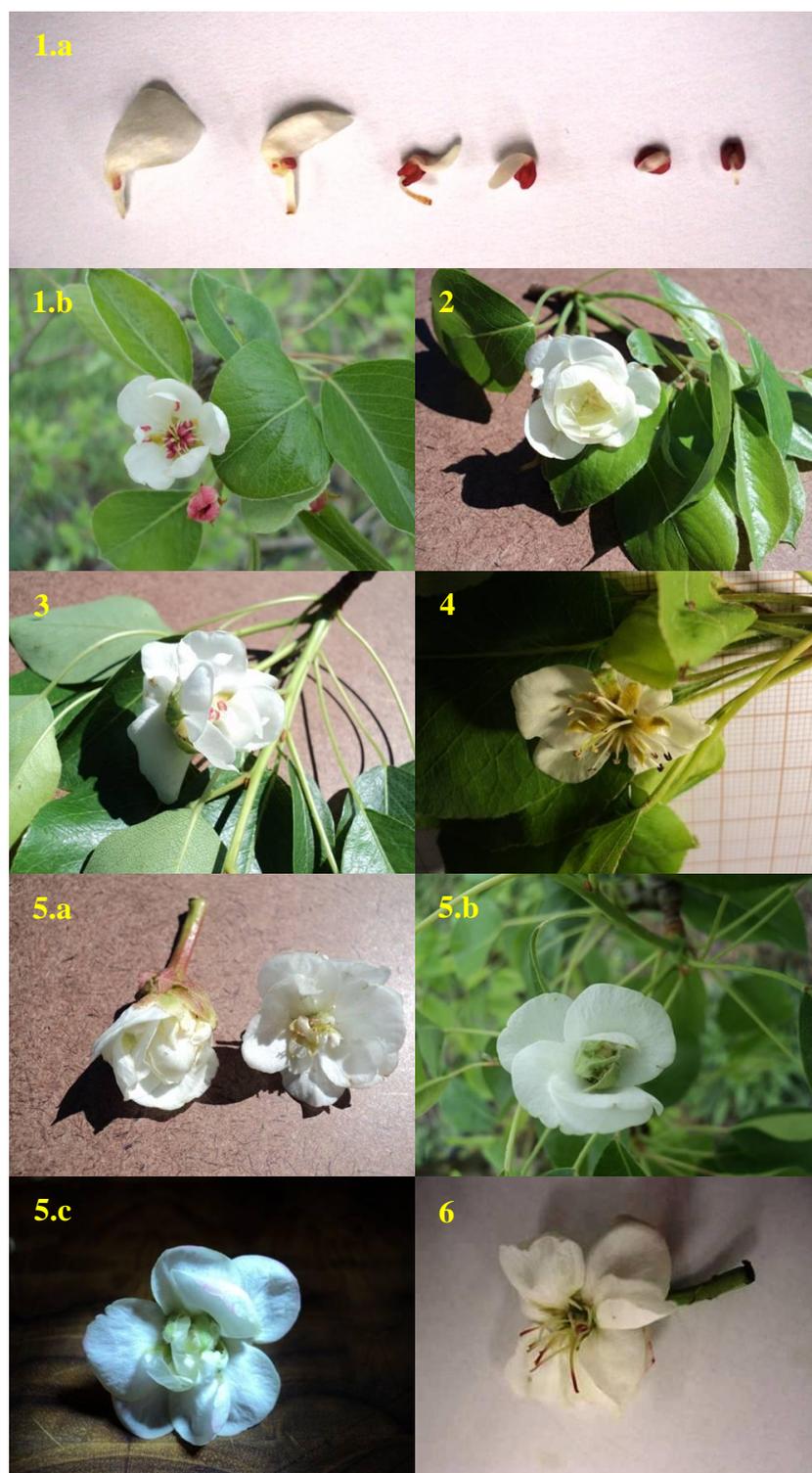


FIGURA 15. Anomalias florais de pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’: em detalhe, cinco estames petaloides em ordem decrescente de tamanho e um estame normal à direita (1.a); três estames petaloides no androceu (1.b); pétalas emitidas nos verticilos de sépalas, estames e pistilos, com estames e pistilos em quantidade e tamanho reduzidos (2); sépalas localizadas no verticilo das pétalas (3); sépalas situadas no verticilo dos estames (4); estames e pistilos subdesenvolvidos, sépalas ocupando os verticilos de pétalas e estames e pétalas inseridas nos verticilos de estames e pistilos (5.a); sépalas (5.b) ou pétalas e sépalas (5.c) inseridas nos verticilos de estames e pistilos; e pistilos emitidos no verticilo dos estames (6). Fotografias: Biane de Castro. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012.

TABELA 11. Frequência de anomalias em número e porcentagem relativa de flores da primeira floração de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’, ‘Rocha’, ‘Santa Maria’ e ‘William’s’. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012.

Cultivar	Frequência de Anomalias (%)							Total de Flores (n°)
	Alteração		Inversão e Fusão de Verticilos					
	1	2	3	4	5	6	7	
2009/2010								
Abate Fetel	0	0	3 (10,00)	0	0	0	0	30
Clapp’s Favourite	0	0	0	0	0	0	0	30
Packham’s Triumph	0	0	0	0	0	0	0	30
Rocha	0	0	0	0	0	0	0	30
Santa Maria	0	0	0	0	0	0	0	30
William’s	0	0	0	0	0	0	0	30
2010/2011								
Abate Fetel	0	2 (3,92)	10 (19,61)	0	0	0	0	51
Clapp’s Favourite	0	0	16 (10,60)	0	0	0	0	151
Packham’s Triumph	2 (3,23)	1 (1,61)	2 (3,23)	0	0	0	0	62
Rocha	13 (8,97)	0	6 (4,14)	0	0	0	0	145
Santa Maria	0	0	28 (23,33)	0	0	0	0	120
William’s	2 (0,78)	0	33 (12,94)	2 (0,78)	0	0	0	255
2011/2012								
Abate Fetel	0	14 (5,20)	38 (14,13)	0	15 (5,58)	0	0	269
Clapp’s Favourite	0	0	7 (2,80)	0	0	0	0	250
Packham’s Triumph	4 (2,19)	0	0	0	0	0	0	183
Rocha	0	0	20 (12,50)	0	0	0	0	160
Santa Maria	7 (3,24)	0	0	0	0	0	0	216
William’s	0	0	9 (3,41)	0	0	0	0	264

<sup>1</sup> Estames (E) subdesenvolvidos ou em n° reduzido; <sup>2</sup> Pistilos (P) subdesenvolvidos ou em n° reduzido; <sup>3</sup> “E” petaloides; <sup>4</sup> Pétalas (PE) localizadas no verticilo das sépalas (S) e/ou “S” situadas no verticilo das “PE”; <sup>5</sup> “PE” e/ou “S” localizadas no verticilo dos “E”; <sup>6</sup> “PE” e/ou “S” situadas nos verticilos dos “E” e “P”; <sup>7</sup> “P” localizados no verticilo dos “E”.

Na primeira floração de 2009/2010, foram observadas alterações florais pela presença de estames petaloides em ‘Abate Fetel’. Como a campo foram detectadas outras anomalias, a amostra foi ampliada em 2010/2011 e 2011/2012, o que proporcionou uma melhor análise das modificações florais pela verificação de mais alterações existentes do que as registradas no primeiro ano e exibidas por todos os genótipos.

Na segunda floração de 2009/2010, a anomalia de estames petaloides foi mais frequente e presente nos três genótipos. As flores de ‘Abate Fetel’ passaram a apresentar também alteração no desenvolvimento e/ou número dos pistilos (Tabela 12), anomalia detectada mesmo com reduzida quantidade amostral.

TABELA 12. Frequência de anomalias em número e porcentagem relativa de flores da segunda floração de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Santa Maria’. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012.

Cultivar	Frequência de Anomalias (%)							Total de Flores (n°)
	Alteração		Inversão e Fusão de Verticilos					
	1	2	3	4	5	6	7	
2009/2010								
Abate Fetel	0	1 (3,33)	11 (36,67)	0	0	0	0	30
Clapp’s Favourite	0	0	2 (6,67)	0	0	0	0	30
Santa Maria	0	0	1 (3,33)	0	0	0	0	30
2010/2011								
Clapp’s Favourite	0	15 (16,67)	22 (24,44)	0	8 (8,89)	1 (1,11)	1 (1,11)	90
Santa Maria	0	0	20 (13,61)	3 (2,04)	0	4 (2,72)	0	147
2011/2012								
Abate Fetel	0	12 (9,60)	46 (36,80)	0	0	0	0	125
Clapp’s Favourite	0	11 (11,46)	29 (30,21)	21 (21,88)	3 (3,13)	2 (2,08)	0	96
Santa Maria	0	0	31 (43,06)	1 (1,39)	0	1 (1,39)	0	72

<sup>1</sup> Estames (E) subdesenvolvidos e/ou em n° reduzido; <sup>2</sup> Pistilos (P) subdesenvolvidos e/ou em n° reduzido; <sup>3</sup> “E” petaloides; <sup>4</sup> Pétalas (PE) localizadas no verticilo das sépalas (S) e/ou “S” situadas no verticilo das “PE”; <sup>5</sup> “PE” e/ou “S” localizadas no verticilo dos “E”; <sup>6</sup> “PE” e/ou “S” situadas nos verticilos dos “E” e “P”; <sup>7</sup> “P” localizados no verticilo dos “E”.

Em 2010/2011, foram observadas na primeira floração de ‘Abate Fetel’ as mesmas anomalias encontradas na segunda floração do ano anterior. Estames petaloides foram produzidos na primeira e segunda florações de ‘Clapp’s Favourite’, além de pistilos subdesenvolvidos e/ou em menor número, pétalas e/ou sépalas localizadas no verticilo dos estames, pétalas e/ou sépalas localizadas nos verticilos dos estames e pistilos, e pistilos localizados no verticilo dos estames.

Em ambas as florações de ‘Santa Maria’ ocorreram estames petaloides durante o segundo ano de análise. Também foi verificada a presença de pétalas no verticilo das sépalas e/ou sépalas no verticilo das pétalas, bem como pétalas e/ou sépalas situadas nos verticilos dos estames e pistilos.

Os três genótipos que não exibiram segunda floração primaveril (‘Packham’s Triumph’, ‘Rocha’ e ‘William’s’) foram visualizados com estames petaloides no segundo ano de avaliação. Estames e pistilos em menor quantidade e/ou com subdesenvolvimento também fizeram parte das anomalias florais detectadas em ‘Packham’s Triumph’. A mesma alteração em estames foi constatada em ‘Rocha’ e ‘William’s’, além da última cultivar ainda ter apresentado pétalas no verticilo das sépalas e/ou sépalas no verticilo das pétalas.

No último ano de avaliação, a maioria das anomalias ocorridas durante a primeira floração se repetiram para cada cultivar. As exceções foram o subdesenvolvimento e/ou menor quantidade de pistilos e estames petaloides em flores de ‘Packham’s Triumph’; estames subdesenvolvidos e/ou em menor quantidade em flores de ‘Rocha’; estames petaloides em flores de ‘Santa Maria’; e estames subdesenvolvidos e/ou em menor quantidade, assim como pétalas localizadas no verticilo das sépalas e/ou sépalas situadas no verticilo das pétalas em flores de ‘William’s’.

Os registros excepcionais de anomalias detectadas durante a primeira floração de 2011/2012 foram pétalas e/ou sépalas localizadas no verticilo dos estames de ‘Abate Fetel’ e o subdesenvolvimento e/ou menor quantidade de estames em ‘Santa Maria’. Na segunda floração, foi detectada a ocorrência de pétalas localizadas no verticilo das sépalas e/ou sépalas situadas no verticilo das pétalas em flores de ‘Clapp’s Favourite’; as demais anomalias foram iguais às do ano anterior, exceto para pistilos localizados no verticilo dos estames, que não foram observados na amostragem do último ano.

Stanton *et al.* (2007) cultivando amoreiras (*Rubus* L. subgênero *Rubus* Watsonem) em condições controladas de temperatura, verificaram que 10% das flores apresentaram 100% de sua composição do androceu alterada por pétalas com regime térmico variando de 23,5°C a 35,0°C. As respostas de substituições de pétalas por estames foram erráticas, pois algumas plantas expostas expressaram alterações em todas as suas flores, enquanto que outras não. Já em regime térmico de 18,3°C até 29,4°C foi observada essa anomalia em apenas uma gema floral. No presente experimento a campo, em que as pereiras foram submetidas ao regime térmico local, a variabilidade observada também foi grande, porém com maior frequência para a mesma deformidade morfológica durante a segunda floração de ‘Clapp’s Favourite’ em 2011/2012, com índice de 21,88% das flores alteradas pela presença de pétalas no verticilo dos estames.

Foi descrito por Faoro (2009) que as pereiras japonesas cultivadas em regiões com baixa disponibilidade de frio são induzidas a alterações na expressão das estruturas florais, tais como modificações na produção de pétalas, sépalas, anteras e pistilos. Nas observações realizadas em São Francisco de Paula, as maiores diversidades de genótipos com alterações dos verticilos florais e frequência de anomalias foram observadas na primeira floração de 2010/2011, justamente o ano de menor acúmulo de frio hibernal (Apêndice 2) dos três anos em que se realizaram as análises.

Nava (2007) verificou a ocorrência de subdesenvolvimento dos pistilos, menor desenvolvimento morfológico e funcional dos óvulos, bem como redução na produção e viabilidade dos grãos de pólen das flores de pessegueiro ‘Granada’ submetidos a altas temperaturas na pré-floração em Charqueadas, RS. No presente estudo, as anomalias florais que compõem o primeiro subgrupo de alterações – subdesenvolvimento e reduzido número de pistilos e estames – foram observadas em maior diversidade de genótipos e frequência também durante a primeira floração de 2010/2011.

Esse foi justamente o ano em que ocorreram temperaturas médias mensais mínimas, médias e, principalmente, máximas mais elevadas na pré-floração (Apêndice 1), bem como o menor acúmulo de frio hibernal (Apêndice 2). Contudo, mesmo em anos de relativo maior acúmulo de frio hibernal em São Francisco de Paula, caso de 2009/2010 e 2011/2012, as condições ambientais mais favoráveis não eximiram a ocorrência de diversas anomalias florais.

As alterações florais foram diferentes entre os anos e florações de cada cultivar, porém algumas anomalias foram predominantes e mais frequentes, especialmente a emissão de estames petaloides. O tamanho das porções dos estames compostos pelo formato de pétala foi bastante variável, desde muito pouco proeminentes, quase imperceptíveis, até dimensões muito superiores às da própria antera (Figura 15.1.a-b). Em algumas situações, as anteras não haviam sido formadas, porém em seu lugar pétalas completas ocupavam a sua localização no verticilo dos estames.

Os fatores de controle do desenvolvimento floral podem envolver o equilíbrio hormonal, a disponibilidade de nutrientes – especialmente carboidratos – e a interação entre eles (LUZ, 2012). A identidade dos órgãos formados depende das características do desenvolvimento dos primórdios, principalmente de seu padrão de divisões celulares, sendo controlados por genes que codificam fatores de transcrição, ativando ou reprimindo a transcrição de outros genes requeridos para a diferenciação de tipos celulares específicos

de cada componente floral. Os genes estão ativos em três regiões sobrepostas e determinam a identidade dos órgãos florais através de um modelo combinatorial, denominado ABC. Devido à sobreposição das regiões de expressão de cada gene, a combinação única de genes especifica a identidade de cada verticilo. A formação de sépalas é determinada pela região de atividade A, pétalas pela interação dos genes de A e B, estames pela ação conjunta dos grupos B e C e carpelos, isoladamente, por C, sendo que A e C são mutuamente antagonistas (DORNELAS, 2000).

Posteriormente foram descobertas outras duas classes, sendo o modelo renomeado para ABCDE ou A-E, em que D estaria relacionado com o desenvolvimento dos óvulos e o grupo E também estaria interligado com a identidade de pétalas, estames e carpelos. Foi sugerido que quatro diferentes combinações de quatro proteínas homeóticas florais determinariam a identidade dos quatro órgãos florais. Até o momento sabe-se que o cálice é expresso pelo gene *APETALA1* (*API*) e reprimido por *AGAMOUS* (*AG*); e a emissão das pétalas é controlada por *APETALA3* (*AP3*), *PISTILLATA* (*PI*), *API* e *SEPALLATA* (*SEP*), sendo também coibida por *AG*. A expressão dos estames é determinada por *AP3*, *PI*, *AG* e *SEP*, sendo coibida por *API*; enquanto que os carpelos são definidos por *SEP* e *AG*, e igualmente dominados por *API*. Todos os referidos genes que atuam como fatores de transcrição na identidade floral pertencem ao domínio MADS-box, com exceção de *AP2* (THEISSEN, 2001; THEISSEN & SAEDLER, 2001).

Segundo trabalho de caracterização da identidade floral de macieiras e de acompanhamento do desenvolvimento dos frutos (YAO *et al.*, 2001), identificou-se que o gene *PI* interage com *AP3* para especificar a identidade de pétalas e estames e, como em *Arabidopsis thaliana*, sua expressão é restrita a estes órgãos. Sem a expressão de *PI*, as pétalas foram transformadas em sépalas e os estames em pistilos, originando frutos partenocárpicos e de morfologia alterada, por serem derivados exclusivamente a partir dos tecidos da base do cálice. Foi sugerido pelos autores que a interação entre *PI* e *AP3*

identificada em macieiras atue, do mesmo modo, também na identidade floral e na frutificação de pereiras.

As anomalias florais verificadas nos seis genótipos de pereiras europeias avaliadas são, provavelmente, em decorrência da ação irregular dos genes ABC. Segundo Dornelas (2000), a função do domínio B pode estar associada à formação de pétalas e estames e alterações em genes dessa região causam a produção de órgãos intermediários entre pétalas e estames, como os estames petaloides observados.

No entanto, conforme Craene e Brockington (2013), ainda não há uma definição molecular decisiva para explicar a origem dos órgãos petaloides, dentre eles os estames, a partir dos genes MADS-box da classe B. Como as pétalas estão situadas entre as partes vegetativas e os órgãos reprodutores, a corola é claramente influenciada por uma variedade de processos de desenvolvimento proximais e distais, o que poderia explicar a emissão de estames petaloides. Particularmente em Rosáceas, acredita-se que seus ancestrais basais possam ter perdido suas pétalas, com uma diferenciação posterior dos estames externos em equivalente quantidade de pétalas.

Durante a primeira floração em 2009/2010, apenas ‘Abate Fetel’ apresentou estames petaloides (Tabela 13). Essa alteração correspondeu a 1,17% da composição verticilar do androceu. As flores de ‘Santa Maria’ exibiram mais estames petaloides do que as outras cultivares em 2010/2011, com 2,57% da composição do androceu correspondendo a estames petaloides, e do que ela mesma nos outros dois anos em que a avaliação foi realizada, quando não emitiu estames com essas alterações. Em 2011/2012, ‘Rocha’ apresentou a maior porcentagem de estames petaloides durante a primeira floração, com 1,73% da sua composição verticilar, sem diferir da quantidade emitida no androceu de ‘Abate Fetel’, com 0,93% de estames petaloides. Esse foi o único ano em que a presença de estames petaloides foi detectada em flores de pereiras ‘Rocha’.

TABELA 13. Porcentagem de estames petaloides na composição verticilar do androceu de flores da primeira floração de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’, ‘Rocha’, ‘Santa Maria’ e ‘William’s’. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012.

Cultivar	Estames Petaloides/Flor (%)		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
Abate Fetel	1,17 a A	1,30 b A	0,93 ab A
Clapp’s Favourite	0,00 b A	0,48 bc A	0,16 b A
Packham’s Triumph	0,00 b A	0,00 c A	0,00 b A
Rocha	0,00 b B	0,00 c B	1,73 a A
Santa Maria	0,00 b B	2,57 a A	0,00 b B
William’s	0,00 b A	0,65 bc A	0,13 b A
CV (%)	1,52		

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo Teste de Tukey.

Na segunda floração de 2009/2010, ‘Abate Fetel’ emitiu maior quantidade de estames petaloides na composição verticilar do androceu do que ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Santa Maria’, com 3,59% de estames petaloides (Tabela 14). Em 2010/2011, ‘Clapp’s Favourite’ apresentou 4,27% dos seus estames petaloides, o que lhe garantiu maior composição no verticilo do androceu do que em ‘Santa Maria’.

TABELA 14. Porcentagem de estames petaloides na composição verticilar do androceu de flores da segunda floração de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Santa Maria’. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012.

Cultivar	Estames Petaloides/Flor (%)		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
Abate Fetel	3,59 a A	- *	4,26 <sup>ns</sup> A
Clapp’s Favourite	0,52 b A	4,27 a A	3,89 A
Santa Maria	0,16 b B	0,91 b B	2,59 A
CV (%)	2,70		

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo Teste de Tukey.  
<sup>ns</sup> Não significativo na coluna. \* Ausência de segunda floração.

Não foram observadas diferenças entre as cultivares no último ano, em que a emissão de estames petaloides ficou na faixa entre 2,59% e 4,26% da composição verticilar

em, respectivamente, 'Santa Maria' e 'Abate Fetel'. Mesmo com a menor composição verticilar de estames petaloides dentre as cultivares de floração secundária em 2011/2012, a porcentagem do androceu formada com estruturas anômalas observadas em 'Santa Maria' no terceiro ano foi maior do que em anos anteriores.

Haskell (1953) já havia relatado que, na Inglaterra, 'Clapp's Favourite' emitiu mais pétalas por flor do que outras cultivares, em quantidade que variou de cinco a oito, possuindo de quatro a cinco pistilos e 24 anteras, sendo que três estames seriam petaloides (12,5% da composição do verticilo). Essa composição por estames petaloides também foi verificada em algumas situações em São Francisco de Paula (Figura 15.1.b). Embora nas distintas condições esta cultivar tenha produzido similar quantidade de pistilos, exibiu cerca de quatro anteras a menos do que no outro trabalho, mesmo sendo a cultivar que mais emitiu anteras na floração inicial; e, principalmente, na segunda floração, quando a quantidade de anteras foi de aproximadamente a metade da verificada por Haskell (1953). No presente experimento, também não foi detectada tão elevada produção de estames petaloides compondo o androceu de 'Clapp's Favourite', alcançando, em média, o índice máximo de 4,27% na segunda floração de 2010/2011, correspondendo a aproximadamente um terço (34,16%) do verificado em flores de pereiras 'Clapp's Favourite' cultivadas na Inglaterra.

O valor de 2,57% de estames petaloides na composição verticilar do androceu na floração primária de 'Santa Maria' e de 4,27% desta anomalia no verticilo dos estames de 'Clapp's Favourite' na floração secundária, ambos os índices ocorridos em 2010/2011, foram responsáveis pela mais alta proporção de estames anômalos verificados nas cultivares analisadas. A frequência máxima com que apareceram estames petaloides em flores foi de 23,33% na primeira floração e 43,06% na segunda floração de 'Santa Maria' do mesmo ano (Tabelas 11 e 12).

As diferenças detectadas na emissão de estames petaloides em flores de primeira e segunda florações constam na Figura 16. Comparando-se a emissão de estames petaloides entre as florações, somente ‘Abate Fetel’ apresentou maior composição dessa anomalia durante a segunda floração (Figura 16.a) do que em flores emitidas na primeira floração de 2009/2010.

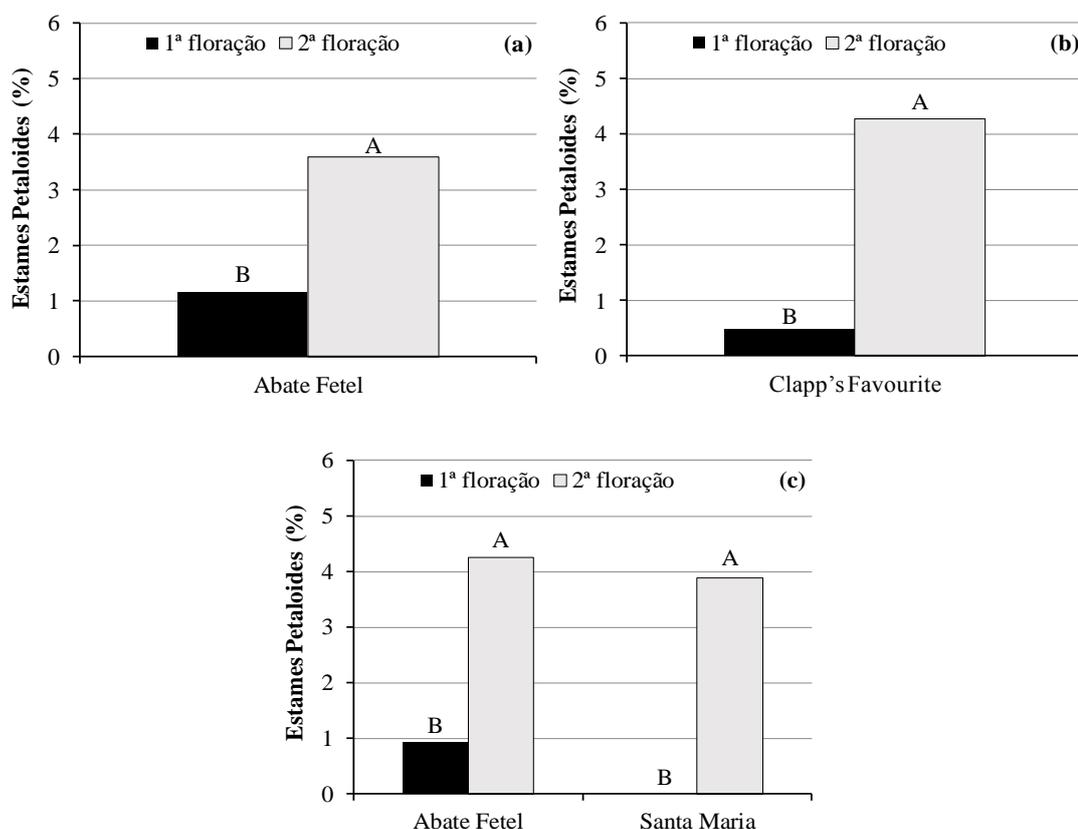


FIGURA 16. Porcentagem de estames petaloides na composição vertical do androceu de flores de primeira e segunda florações de pereiras europeias: ‘Abate Fetel’ em 2009/2010 (a); ‘Clapp’s Favourite’ em 2010/2011 (b); e ‘Abate Fetel’ e ‘Santa Maria’ em 2011/2012 (c). Médias com letras distintas nas barras agrupadas diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012.

Em 2010/2011, ano em que não houve emissão de floração secundária em ‘Abate Fetel’, apenas ‘Clapp’s Favourite’ obteve maior porcentagem de estames petaloides na segunda floração em relação ao verificado na primeira floração (Figura 16.b). No ano seguinte, tanto ‘Abate Fetel’ como ‘Santa Maria’ apresentaram composição do verticilo do

androceu com estames anômalo superior em flores emitidas na segunda floração (Figura 16.c).

Marafon *et al.* (2007) apontou que o início da diferenciação dos primórdios florais de primeira floração ocorre a partir do final de janeiro, com a formação do cálice. Sequencialmente, ocorre a gênese da corola, do androceu e conclui com a constituição do gineceu. Em meados de março, durante o desenvolvimento das outras estruturas mais externas dos primórdios florais, os primórdios carpelares já podem ser detectados por ocasião da conclusão da diferenciação floral e que, posteriormente, passam para o estágio de desenvolvimento. A época do florescimento primário é determinada, como em outras espécies de clima temperado, pelo fotoperíodo, após o aumento do comprimento do dia e da temperatura ambiental, com a saída da endodormência (LARCHER, 2004).

Não existem relatos anteriores de estudos com relação às épocas de indução, diferenciação, desenvolvimento dos verticilos florais e ocorrência da segunda floração, bem como dos possíveis fatores envolvidos. Segundo Taiz e Zeiger (2004), a transformação da gema vegetativa em gema floral envolve um sistema complexo de fatores que interagem, incluindo, entre outros, carboidratos, fitorreguladores e condições ambientais favoráveis. O florescimento secundário em ramos de crescimento primaveril pode ser decorrente do estado metabólico da planta, pelo lançamento de brotações vigorosas, que atuam como drenos e apresentam fotoassimilados e fitorreguladores disponíveis para indução dos meristemas e diferenciação dos primórdios florais de ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Santa Maria’. A diferenciação secundária dos primórdios florais ocorre na mesma estação de brotação das gemas formadas no ciclo anterior, porém em condição prévia à diferenciação dos primórdios florais das gemas que serão responsáveis pela primeira floração do ciclo seguinte. Desse modo, a insolação e as temperaturas do ar durante a diferenciação dos primórdios da floração secundária seriam inferiores às registradas na diferenciação dos primórdios da emissão primária de flores,

conforme série decenal de dados obtidos pela mesma estação meteorológica (NICÁCIO *et al.*, 2002).

Na fase seguinte, conhecida por desenvolvimento dos primórdios florais, foi reconhecida a influência da luz na formação de verticilos com estruturas sepaloídes e petaloídes em gemas florais de *Nymphaea caerulea* Savigny. A resposta foi máxima quando as gemas florais intactas foram dispostas à luz durante o estágio inicial de desenvolvimento dos primórdios florais, reduzindo gradativamente até que, após abertas por ocasião do florescimento, não respondessem mais. Foi constatado que a resposta à incidência de luz não é direta, em que dois ou mais sinais relacionados com a exposição ambiental dão início a programas complexos de desenvolvimento, resultando em regiões florais morfológicamente distintas (WARNER *et al.*, 2009).

Não foi possível, tomando-se por base o parâmetro meteorológico de insolação, detectar a influência da luz no desenvolvimento de estames petaloídes durante a primeira floração das pereiras europeias acompanhadas de 2009/2010 a 2011/2012. Provavelmente existam outros sinais relacionados, em um sistema de maior complexidade acentuado por, diferentemente de *N. caerulea*, *P. communis* entrar em endormência e ter o desenvolvimento dos primórdios florais compreendendo um período mais extenso, iniciado durante o verão e concluído após o repouso hibernar.

Durante a segunda floração foi verificada grande incidência de luz (insolação) nos meses de setembro e outubro de 2011/2012 quando comparada à ocorrida nos mesmos meses nos dois anos antecedentes (Apêndice 1), o que possivelmente teria contribuído para os maiores índices de frequência dessa anomalia morfológica nas flores das três cultivares. Esse fator ambiental também pode ter ocasionado a maior composição verticilar por estames petaloídes no androceu de ‘Santa Maria’, único genótipo com segunda floração em que houve variação dessa anomalia no transcorrer dos anos.

Proteínas de baixo peso molecular encontradas em *A. thaliana* submetida ao estresse térmico foram relacionadas com alterações no desenvolvimento dos primórdios florais (TSUKAYA *et al.*, 1993). Stanton *et al.* (2007) observaram que elevados regimes térmicos, com temperaturas máximas variando de 29,4°C a 35,0°C, ocasionaram anomalias florais em amoreiras, tais como inversões dos verticilos de sépalas e pétalas e a produção de estruturas similares à corola no verticilo dos estames, também detectadas em pereiras europeias cultivadas em São Francisco de Paula.

Durante a primeira floração de 2010/2011, ano de reduzido acúmulo de frio hibernal e de decorrente maior regime térmico na pré-floração, houve elevada emissão de flores com alterações referentes ao padrão de identidade floral, dentre elas os estames petaloides, tanto em frequência como em diversidade de genótipos abrangidos. As referidas exposições térmicas parecem ser os fatores preponderantes na modificação dos padrões de divisões celulares dos verticilos durante a primeira floração, ocasionando o aumento das anomalias florais nas pereiras europeias. A expressão de diversas alterações não deixou de acontecer em anos de relativo maior acúmulo de frio hibernal em São Francisco de Paula, caso de 2009/2010 e 2011/2012, o que poderia indicar que condições pontuais de elevadas temperaturas podem ter ocorrido em diferentes estágios relevantes ao desenvolvimento dos primórdios florais, de modo a gerar modificações na expressão do fenótipo vegetal.

Com relação à segunda floração de ocorrência primaveril, as maiores temperaturas máximas de setembro (20,6°C) e outubro (22,5°C) ocorreram em 2011/2012, ano em que foi registrada a maior frequência total de flores com anomalias em relação ao padrão de identidade floral. Desconsiderando-se ‘Abate Fetel’ por não ter emitido floração secundária em 2010/2011 e o ano de 2009/2010 por ter tido uma pequena quantidade amostral, das 168 flores analisadas em 2011/2012, 58,92% delas apresentaram alterações

no padrão floral. Em 2010/2011, das 237 flores amostradas, apenas 31,22% continham anomalias.

Comparativamente entre as duas florações emitidas por ano, maior variedade de anomalias pode ser constatada na segunda floração. Das sete alterações detectadas a campo, seis ocorreram durante a floração secundária, sem que a presença de estames subdesenvolvidos e/ou em quantidade reduzida fosse detectada. Na primeira floração foram constatadas cinco anomalias, sendo que pétalas e/ou sépalas situadas nos verticilos dos estames e pistilos, assim como pistilos localizados no verticilo dos estames não foram observados. A frequência total de flores emitidas com alterações morfológicas por ano também foi maior na segunda floração dos três anos, com exceção de ‘Santa Maria’ em 2010/2011, que na primeira floração teve 23,33% de suas flores anômalas frente aos 18,37% de alterações na segunda floração.

O desenvolvimento dos primórdios florais de primeira floração é temporariamente interrompido pela entrada da planta em endodormência em razão da redução do fotoperíodo e das temperaturas ambientais, repouso que é concluído após o acúmulo de frio hibernal e possibilita a continuidade desse estágio de formação floral, culminando com a floração. O desenvolvimento dos primórdios florais de segunda floração, inversamente, ocorre quando as temperaturas e o fotoperíodo estão aumentando, não havendo a interrupção do processo de formação das flores, aspectos que possivelmente contribuem para a maior variedade de alterações e proporção de flores com padrão morfológico alterado.

#### **4.1.2 Produção de grãos de pólen**

As estimativas de grãos de pólen produzidos por antera e por flor na primeira floração são apresentadas na Tabela 15. Dentre todas as cultivares avaliadas em 2009/2010, ‘William’s’ apresentou a maior produção de grãos de pólen por antera. Isso

assegurou também a condição de alta quantidade de gametófitos masculinos produzidos por flor. ‘Clapp’s Favourite’, em virtude da superior quantidade de anteras emitidas (Tabela 9) e da relativa grande produção de gametófitos masculinos, também exibiu alta quantidade de grãos de pólen emitidos por flor.

TABELA 15. Estimativa de grãos de pólen produzidos por antera e de grãos de pólen produzidos por flor, obtidos na primeira floração de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’, ‘Rocha’, ‘Santa Maria’ e ‘William’s’. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012.

Cultivar	Número de Grãos de Pólen/Antera (n°)					
	2009/2010		2010/2011		2011/2012	
Abate Fetel	3.448	c B	1.824	e C	4.152	c A
Clapp’s Favourite	5.056	b B	5.032	a B	5.624	a A
Packham’s Triumph	2.648	d C	4.384	b A	3.544	d B
Rocha	2.152	d C	3.832	c A	3.360	d B
Santa Maria	1.776	e B	2.432	d A	1.808	e B
William’s	5.320	a A	4.264	b B	5.232	b A
	4,62					
Cultivar	Número de Grãos de Pólen/Flor (n°)					
	2009/2010		2010/2011		2011/2012	
Abate Fetel	53.547	b B	26.758	f C	68.383	d A
Clapp’s Favourite	102.636	a B	105.822	a B	116.248	a A
Packham’s Triumph	52.430	b C	81.542	c A	72.545	c B
Rocha	35.938	c C	73.689	d A	59.572	e B
Santa Maria	24.988	d C	41.173	e A	30.862	f B
William’s	103.048	a A	86.431	b B	102.024	b A
CV (%)	4,71					

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo Teste de Tukey.

Nos dois anos seguintes, ‘Clapp’s Favourite’ passou a ser a cultivar que mais produziu grãos de pólen por antera. Como permaneceu com grande diferenciação de anteras contidas por flor, também assegurou a condição de maior emissora de grãos de pólen por flor em 2010/2011 e 2011/2012. Nesses dois últimos anos, ‘William’s’ ainda exibiu superior emissão de grãos de pólen por flor do que as outras três cultivares por exibir relativa grande diferenciação de anteras e emissão de gametófitos masculinos.

Em estimativa da produção de grãos de pólen realizada por Rufato *et al.* (2012) com pereiras cultivadas em Vacaria durante 2009/2010 e 2010/2011, ‘Packham’s Triumph’ e ‘William’s’ produziram mais grãos de pólen por antera do que ‘Clapp’s Favourite’. Ao contrário de Vacaria, local em que mantiveram um padrão comportamental, as respostas dos mesmos genótipos foram variáveis durante os três anos de avaliação (2009/2010 a 2011/2012) em São Francisco de Paula. Nessa condição, ‘William’s’ produziu mais grãos de pólen por antera do que as demais cultivares em 2009/2010, sendo que ‘Clapp’s Favourite’ manteve a produção de gametófitos masculinos acima da obtida por antera de ‘Packham’s Triumph’. Em 2010/2011, ‘William’s’ e ‘Packham’s Triumph’ emitiram a mesma quantidade de gametófitos masculinos por antera, mas em menor número do que ‘Clapp’s Favourite’. Em 2011/2012, ‘Clapp’s Favourite’ manteve a maior produção de grãos de pólen por antera, sendo que ‘William’s’ obteve maior emissão de gametófitos masculinos do que ‘Packham’s Triumph’.

Faoro (2009), avaliando a estimativa da produção de grãos de pólen por antera e por flor de pereiras japonesas, verificou que ‘Housui’ exibiu maior quantidade de grãos de pólen nas condições de temperaturas mais amenas de São Joaquim, do que em Caçador, porém em ‘Nijisseiki’ a maior emissão foi observada em Caçador. Comparando os dados do presente estudo com as análises de Rufato *et al.* (2012) é de se supor que ‘Clapp’s Favourite’, até mesmo por ser mais precoce (PERAZZOLO, 2008), produza mais grãos de pólen em condições de temperaturas mais elevadas do que ‘Packham’s Triumph’ e que esta cultivar tenha maior produção em regiões de temperaturas mais amenas. Essa hipótese pode ser reforçada ainda pelos dados obtidos por Honty *et al.* (2008), pesquisa em que as gemas florais de ‘Packham’s Triumph’ exibiram relativa menor sensibilidade à ocorrência de geada do que outros três genótipos avaliados de pereiras europeia (‘Kaiser’), japonesa (‘Housui’) e híbrida (‘Kieffer’). Além disso, os resultados de grande produção de grãos de pólen de ‘William’s’ cultivada em São Francisco de Paula e Vacaria indicam que essa

cultivar apresenta menor sensibilidade às diferenças térmicas, confirmada pela manutenção da alta diferenciação de anteras por flor no decorrer dos três anos de avaliação do presente experimento.

Contudo, a produção de grãos de pólen por antera e por flor de pereiras ‘William’s’ foi menor em 2010/2011 do que nos demais anos, demonstrando que este genótipo exibe melhor desempenho na produção de gametófitos masculinos em condições de maior acúmulo de frio hibernal. Inversamente, ‘Packham’s Triumph’, ‘Rocha’ e ‘Santa Maria’ exibiram a maior quantidade de grãos de pólen produzidos por flor e por antera da primeira floração justamente em 2010/2011, enquanto que para ‘Abate Fetel’ e ‘Clapp’s Favourite’ o maior desempenho foi registrado em 2011/2012. As cultivares que apresentaram a máxima expressão produtiva de grãos de pólen no mesmo ano exibiram ciclo de desenvolvimento similar, conforme dados de Fenologia do item “4.1.4”. Como a meiose do grão de pólen ocorre após o repouso hibernal, possivelmente esses genótipos tiveram condições meteorológicas mais favoráveis durante a formação dos gametófitos masculinos nos anos em que desempenharam a máxima produção.

Pereiras japonesas ‘Housui’ produziram o dobro de grãos de pólen em relação à ‘Nijisseiki’, tanto em Caçador como em São Joaquim, sendo um indicativo de que ‘Housui’ pode ser uma boa opção como planta polinizadora (FAORO, 2009). Similar situação ocorreu com ‘Clapp’s Favourite’ e ‘William’s’, que apresentaram o dobro de grãos de pólen por antera do que ‘Packham’s Triumph’ e ‘Rocha’ em 2009/2010; ou ainda em relação à ‘Abate Fetel’ em 2010/2011; e do que ‘Santa Maria’ nos três anos em que se realizaram as análises.

Comparativamente, extrapolando para a produção total de grãos de pólen por flor, onde se considera a quantidade de anteras emitidas por flor e a produção individual de cada antera, ‘Clapp’s Favourite’ e ‘William’s’ produziram, no decorrer dos três anos de avaliação, de duas a quatro vezes mais grãos de pólen por flor do que ‘Santa Maria’ na

primeira floração. Considerando-se apenas a produção de grãos de pólen por antera e por flor, ‘Clapp’s Favourite’ e ‘William’s’ apresentam alto potencial como polinizadoras de cultivares com gametófito compatível. Outros aspectos importantes, como a viabilidade dos grãos de pólen, germinação do tubo polínico e fenologia, serão abordadas na sequência.

Na segunda floração (Tabela 16), ‘Abate Fetel’ teve pequena produção de grãos de pólen por antera e por flor em 2009/2010 e 2011/2012. ‘Santa Maria’, contrariamente, exibiu as maiores quantidades de grãos de pólen por antera e por flor no decorrer dos três anos, não diferindo de ‘Clapp’s Favourite’ quanto à produção por antera em 2009/2010. No entanto, em virtude da pequena quantidade de anteras diferenciadas na segunda floração (Tabela 10), ‘Clapp’s Favourite’ teve tão baixa emissão de grãos de pólen por flor quanto ‘Abate Fetel’ no primeiro ano.

TABELA 16. Estimativa de grãos de pólen produzidos por antera e de grãos de pólen produzidos por flor, obtidos na segunda floração de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Santa Maria’. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012.

Cultivar	Número de Grãos de Pólen/Antera (n°)		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
Abate Fetel	1.592 b A	- *	1.264 c B
Clapp’s Favourite	2.304 a A	2.232 b A	2.384 b A
Santa Maria	2.560 a C	3.216 a B	3.688 a A
CV (%)	7,75		
Cultivar	Número de Grãos de Pólen/Flor (n°)		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
Abate Fetel	24.628 b A	- *	22.158 c A
Clapp’s Favourite	26.795 b B	27.074 b B	33.852 b A
Santa Maria	51.968 a B	67.632 a A	63.913 a A
CV (%)	7,64		

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo Teste de Tukey.

\* Ausência de segunda floração.

‘Abate Fetel’ não diferiu quanto à produção de grãos de pólen por flor em 2009/2010 e 2011/2012, porém exibiu menor quantidade de gametófitos masculinos por antera na segunda floração de 2011/2012. ‘Clapp’s Favourite’ não apresentou alteração de produção de grãos de pólen por antera durante a segunda floração no decorrer dos anos, mas extrapolando para emissão por flor, produziu maior quantidade em ambas as florações de 2011/2012 do que nos demais anos. ‘Santa Maria’ aumentou progressivamente a produção de grãos de pólen por antera durante a segunda floração, porém a emissão total de grãos de pólen por flor estabilizou a partir de 2010/2011, ano em que este genótipo obteve a máxima expressão nesta avaliação também na primeira floração. Nas Figuras 17 e 18 constam as produções de grãos de pólen por antera e por flor de ambas as florações.

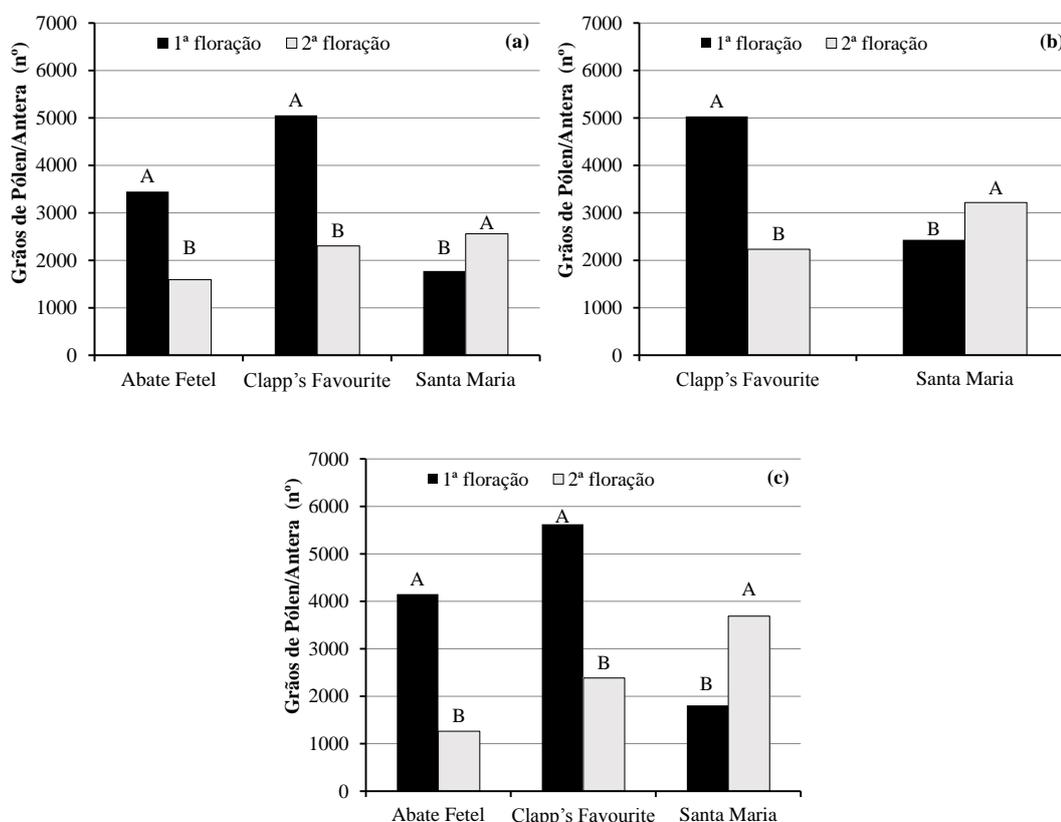


FIGURA 17. Estimativa de grãos de pólen produzidos por antera de flores de primeira e segunda florações de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Santa Maria’ em: 2009/2010 (a); 2010/2011 (b); e 2011/2012 (c). Médias com letras distintas nas barras agrupadas diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012.

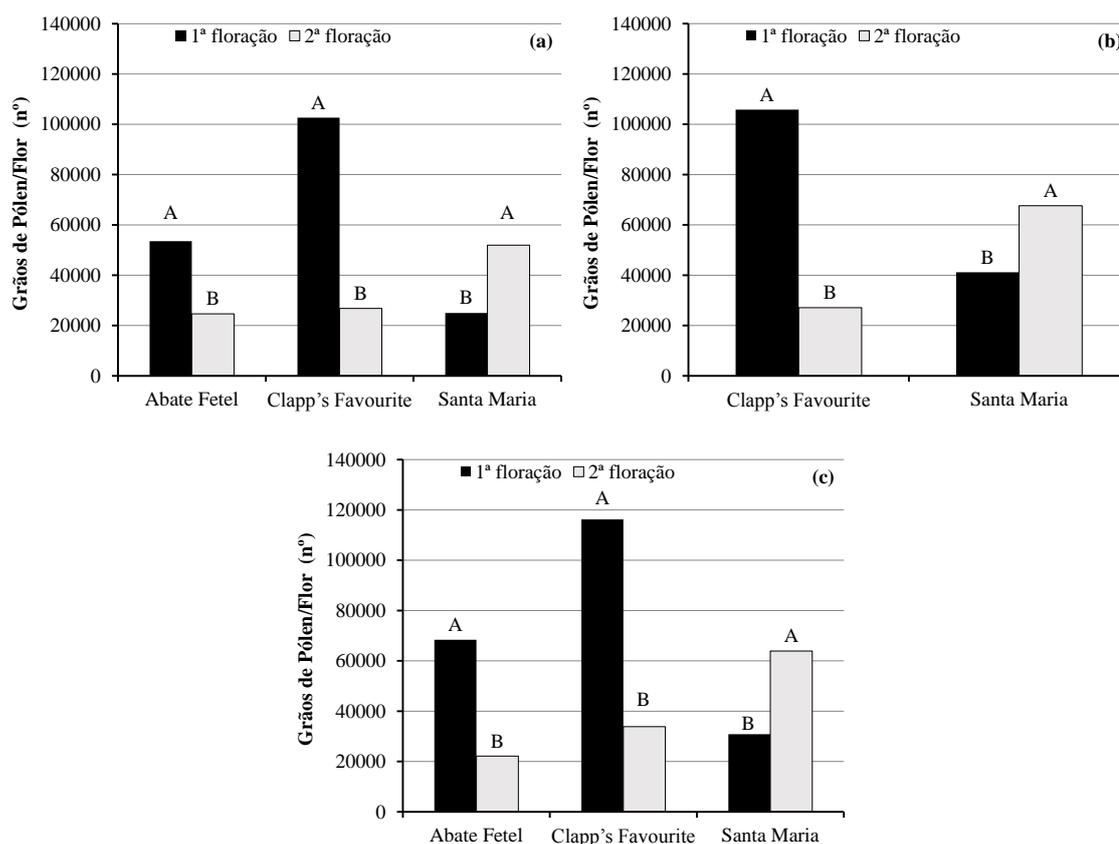


FIGURA 18. Estimativa de grãos de pólen produzidos por flor de primeira e segunda florações de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Santa Maria’ em: 2009/2010 (a); 2010/2011 (b); e 2011/2012 (c). Médias com letras distintas nas barras agrupadas diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012.

A produção de grãos de pólen por antera e por flor foi superior na primeira floração de ‘Abate Fetel’ em 2009/2010 e 2011/2012 (Figuras 17.a-c e 18.a-c), porém a comparação entre florações não foi possível em 2010/2011 em virtude da ausência de segunda floração por este genótipo. A maior produção de grãos de pólen por antera e por flor também ocorreu na primeira floração de ‘Clapp’s Favourite’ ao longo dos três anos de análise, atributo favorecido não apenas pela grande produção de grãos de pólen por antera, mas também pela superior emissão de anteras por flor (Figura 13.a-c).

Comparando-se as duas florações, a menor produção de grãos de pólen por flor na segunda floração de ‘Abate Fetel’ e ‘Clapp’s Favourite’ possivelmente seja em decorrência

da falta de um intervalo de endodormência, ocasionando a menor diferenciação de anteras. Contribuindo para isso, aliam-se os elevados regimes térmicos primaveris durante a meiose polínica ocasionando também a menor produção de grãos de pólen por antera, enquanto que na primeira floração a meiose ocorreria no período hibernal.

Nava (2007) também verificou a diminuição na produção de grãos de pólen por antera de pessegueiro ‘Granada’ em decorrência de altas temperaturas, além do estresse hídrico, que podem ter influenciado durante a fase de organogênese floral e na meiose polínica das flores. Por outro lado, maior produção de grãos de pólen por antera e por flor de pereiras japonesas ‘Housui’ foi obtida por Faoro (2009) quando cultivada em região mais fria, enquanto que ‘Nijisseiki’ tendeu a produzir pouca quantidade no mesmo local, indicando que regimes térmicos mais amenos não necessariamente induzem a maior formação de grãos de pólen para todas as cultivares.

Para ‘Santa Maria’, a maior produção de grãos de pólen por antera e por flor ocorreu na segunda floração dos três anos de avaliação. A produção de grande quantidade total de gametófitos masculinos por flor na segunda floração foi favorecida tanto pela grande produção de grãos de pólen por antera, como pela maior emissão total de anteras por flor observada em 2009/2010 e 2010/2011. Em 2011/2012 não foi detectada diferença entre a quantidade de anteras emitidas nas distintas florações (Figura 13) de ‘Santa Maria’ e, mesmo assim, a segunda floração permaneceu sendo a principal fonte de gametófitos masculinos por antera e por flor deste genótipo.

Faoro (2009) encontrou de 86.356 a 114.581 grãos de pólen por flor de pereira japonesa no transcorrer das distintas Fases Fenológicas da Flor. Durante a primeira floração das pereiras europeias analisadas no presente experimento foi detectada maior variabilidade na meiose e tendência a emitir inferior quantidade de gametófitos masculinos, ocorrendo de 24.988 a 116.248 grãos de pólen por flor em balão (“E2”). Na

segunda floração a produção foi ainda menor no mesmo estágio fenológico, com 22.158 a 67.632 grãos de pólen produzidos por flor.

Os dados referentes à estimativa da viabilidade dos grãos de pólen dos seis genótipos constam na Tabela 17. Durante o primeiro ano, os maiores índices foram obtidos por ‘Packham’s Triumph’, ‘Rocha’ e ‘Santa Maria’, que foram superiores aos encontrados em ‘Abate Fetel’. No segundo ano, não foram observadas diferenças na viabilidade dos grãos de pólen produzidos entre as seis cultivares de pereiras europeias. No terceiro ano, ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Packham’s Triumph’ apresentaram grãos de pólen com viabilidade inferior à encontrada nas demais cultivares.

TABELA 17. Estimativa da viabilidade de grãos de pólen e germinação dos tubos polínicos oriundos de flores produzidas na primeira floração de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’, ‘Rocha’, ‘Santa Maria’ e ‘William’s’. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012.

Cultivar	Viabilidade dos Grãos de Pólen (%)					
	2009/2010		2010/2011		2011/2012	
Abate Fetel	92,99	b B	96,30 <sup>ns</sup>	A	94,35	a AB
Clapp’s Favourite	94,56	ab A	96,81	A	88,15	b B
Packham’s Triumph	96,22	a A	97,04	A	86,71	b B
Rocha	96,63	a A	96,77	A	95,21	a A
Santa Maria	97,22	a A	94,10	B	95,42	a AB
William’s	95,61	ab A	94,06	A	96,65	a A
CV (%)	5,58					
Cultivar	Germinação dos Tubos Polínicos (%)					
	2009/2010		2010/2011		2011/2012	
Abate Fetel	50,00	b A	42,00	c B	28,50	d C
Clapp’s Favourite	55,17	ab A	49,17	b A	54,00	b A
Packham’s Triumph	49,33	b A	24,83	d B	23,50	d B
Rocha	52,00	b B	60,83	a A	49,33	b B
Santa Maria	51,17	b A	27,33	d C	42,00	c B
William’s	63,67	a A	60,33	a A	62,50	a A
CV (%)	12,60					

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo Teste de Tukey.

<sup>ns</sup> Não significativo na coluna.

Mesmo com as diferenças observadas entre os genótipos no primeiro e terceiro anos, a viabilidade dos grãos de pólen das seis cultivares de pereiras europeias avaliadas foi elevada nos três anos de avaliação. Em todas as análises, foi verificada viabilidade mínima de 94,06%, com exceção de ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Packham’s Triumph’ em 2011/2012, que apresentaram, respectivamente, 88,15% e 86,71% e corresponderam aos menores índices de viabilidade das cultivares nos três anos de análise. ‘Abate Fetel’ apresentou grãos de pólen com maior viabilidade em 2010/2011 do que em 2009/2010, enquanto que em ‘Santa Maria’ o inverso foi verificado, genótipo que exibiu maior viabilidade no primeiro do que no segundo ano. ‘Rocha’ e ‘William’s’ não apresentaram diferenças quanto à viabilidade dos grãos de pólen nos três anos de avaliação.

Em trabalho realizado no Irã por Zamani *et al.* (2010) com oito espécies do gênero *Pyrus*, também foi constatada alta viabilidade dos grãos de pólen. O menor índice observado foi de 88,50% em sete espécies avaliadas, sendo que *P. grossheimii* foi a única a apresentar viabilidade inferior, com apenas 52,00% dos grãos de pólen viáveis. O Irã faz parte de um dos centros de diversidade do gênero *Pyrus*, o qual se acredita ter dado origem às formas domesticadas de *P. communis*, correspondendo ao Centro de Origem do Oriente Médio (QUEZADA & NAKASU, 2003). As observações das seis cultivares de *P. communis* em São Francisco de Paula, onde se obteve viabilidade tão elevada quanto no centro de origem, evidenciaram que do ponto de vista da biologia reprodutiva esse não é um aspecto que indique falta de adaptação climática.

A germinação *in vitro* dos tubos polínicos foi maior em ‘William’s’ do que em ‘Abate Fetel’, ‘Packham’s Triumph’, ‘Rocha’ e ‘Santa Maria’ durante o primeiro ano de condução experimental. No ano seguinte, ‘Rocha’ e ‘William’s’ apresentaram maiores índices de germinação dos tubos polínicos do que as demais cultivares. Em 2011/2012, ‘William’s’ manteve o maior índice de germinação dos tubos polínicos.

‘Abate Fetel’ apresentou redução gradual da germinação dos tubos polínicos ao longo dos anos. ‘Packham’s Triumph’ teve a germinação dos tubos polínicos diminuída nos últimos dois anos de avaliação. Os grãos de pólen de ‘Rocha’ exibiram os menores índices de germinação em 2009/2010 e 2011/2012. Em ‘Santa Maria’, a menor porcentagem de germinação dos tubos polínicos foi detectada em 2010/2011, enquanto que em 2011/2012 esse índice foi intermediário com relação ao verificado em 2009/2010, comportamento anteriormente detectado pela estimativa da viabilidade dos grãos de pólen.

As cultivares que apresentaram grande germinação dos tubos polínicos e sem alteração no decorrer de três anos de avaliação em São Francisco de Paula foram ‘Clapp’s Favourite’ e ‘William’s’. Estes dados, conjuntamente com os resultados das avaliações de viabilidade dos grãos de pólen e produção de grãos de pólen por antera e por flor (Tabela 16), são mais um indicativo de que esses genótipos apresentam elevado potencial como fonte de gametófitos masculinos para polinização de cultivares com gametófito feminino compatível nas condições edafoclimáticas locais.

Entretanto, um baixo índice de germinação dos tubos polínicos foi observado em ‘Clapp’s Favourite’ cultivado em Vacaria (RUFATO *et al.*, 2012), de 20,90%, quando comparado ao ocorrido com grãos de pólen oriundos de São Francisco de Paula, índice que variou de 49,17% a 55,17%. A germinação dos tubos polínicos de ‘Clapp’s Favourite’ não diferiu da de ‘Packham’s Triumph’ e ‘William’s’ nas condições de Vacaria, embora as duas últimas cultivares tenham obtido valores mais elevados, de, respectivamente, 42,40% e 52,82%. A germinação dos tubos polínicos de ‘Packham’s Triumph’ apresentou índices de 23,50% a 49,33% em São Francisco de Paula, faixa dentro da qual a germinação dos tubos polínicos também ocorreu em Vacaria; e 60,33 a 63,67% dos grãos de pólen de ‘William’s’ apresentaram desenvolvimento dos tubos polínicos, valores acima dos verificados em Vacaria. Durante a primeira floração de 2009/2010, ‘William’s’ obteve maior índice de germinação do que ‘Packham’s Triumph’ em São Francisco de Paula e,

nos anos subsequentes, foi superior aos dois genótipos, ficando ‘Clapp’s Favourite’ intermediária em relação à ‘Packham’s Triumph’.

Com a mesma composição do meio de cultura empregado nesta análise, Gonçalves (2008) obteve índices de germinação de 36,75%; 65,25% e 50,00% dos tubos polínicos para, respectivamente, pereiras ‘Abate Fetel’, ‘Packham’s Triumph’ e ‘William’s’ cultivadas em Pelotas. A germinação dos tubos polínicos de ‘Abate Fetel’ foi de 28,50 a 50,00% em São Francisco de Paula, estimativa dentro da qual o índice obtido em Pelotas se enquadra. Nas pereiras ‘Packham’s Triumph’ cultivadas naquelas condições obteve-se maior germinação dos tubos polínicos do que no presente experimento, onde foram verificados índices de 23,50% a 49,33%. As pereiras ‘William’s’ cultivadas em São Francisco de Paula apresentaram maior germinação dos tubos polínicos do que em Pelotas, com índices que variaram de 60,33% a 63,67%.

‘Santa Maria’ apresentou maior germinação dos tubos polínicos na segunda floração do que as demais cultivares nos três anos de realização das análises (Tabela 18), sendo que em 2011/2012 expressou o índice mais elevado. A elevada germinação dos tubos polínicos, assim como de produção de grãos de pólen, tanto por antera como por flor, indicam ser ‘Santa Maria’ o genótipo que melhor desempenho obteve, enquanto fonte de gametófitos masculinos viáveis, para polinização durante a segunda floração.

TABELA 18. Estimativa da germinação dos tubos polínicos oriundos de flores produzidas na segunda floração de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Santa Maria’. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012.

Cultivar	Germinação dos Tubos Polínicos (%)		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
Abate Fetel	9,00 b A	- *	6,00 b A
Clapp’s Favourite	6,67 b A	7,83 b A	9,33 b A
Santa Maria	38,17 a B	32,17 a C	48,67 a A
CV (%)	19,34		

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo Teste de Tukey.

\* Ausência de segunda floração.

A germinação dos tubos polínicos de flores da primeira floração foi superior à verificada em grãos de pólen oriundos de segunda floração para todos os genótipos em 2009/2010 (Figura 19.a-c), mesmo com o alto índice desempenhado por ‘Santa Maria’ em relação aos demais durante a segunda floração. Em 2010/2011, maior germinação dos tubos polínicos de primeira floração foi verificada somente em ‘Clapp’s Favourite’, ano em que ‘Abate Fetel’ não emitiu segunda floração. Em 2011/2012, tanto os grãos de pólen de ‘Abate Fetel’ como os de ‘Clapp’s Favourite’ apresentaram maior germinação na primeira do que na segunda floração.

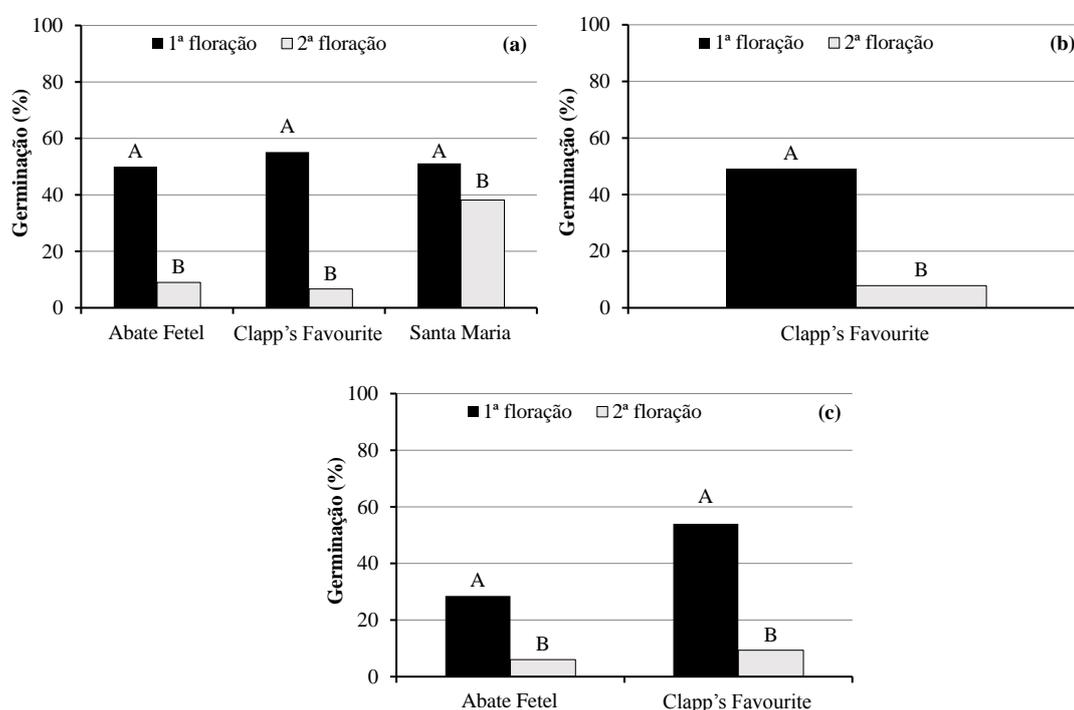


FIGURA 19. Estimativa da germinação dos tubos polínicos oriundos de flores de primeira e segunda florações de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Santa Maria’ em: 2009/2010 (a); 2010/2011 (b); e 2011/2012 (c). Médias com letras distintas nas barras agrupadas diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012.

Nos últimos dois anos, ‘Santa Maria’ apresentou germinação dos tubos polínicos de flores oriundas da segunda floração similar à ocorrida na primeira floração de

2010/2011 e 2011/2012, demonstrando que as distintas condições climáticas ocorridas na microesporogênese das duas florações não alteraram a atividade dos gametófitos masculinos. Gonçalves (2008) constatou que somente temperaturas a partir dos 30°C desfavoreceram a germinação dos tubos polínicos de pereiras, enquanto que a temperatura de 25°C foi indicada como a mais favorável para esse processo. As médias mensais de temperaturas máximas registradas em outubro e novembro situaram-se entre 20,1°C e 25,9°C no decorrer dos três anos (Apêndice 1), indicando não apenas a possibilidade, como o favorecimento da germinação dos tubos polínicos durante a segunda floração das três cultivares em São Francisco de Paula.

Conforme Salaya (2000), o tubo polínico de ‘Beurre d’Anjou’ chegou ao rudimento seminal e o fecundou em um dia a 21°C, porém a 20°C esse tempo foi alterado, levando de três a quatro dias para que ocorresse a fecundação, sendo o fator limitante ao período efetivo de polinização. Possivelmente a primeira floração tenha maiores dificuldades com relação à germinação e crescimento do tubo polínico pelo estabelecimento de condições térmicas inferiores às ocorridas durante a emissão secundária de flores, em virtude de a floração primária ocorrer principalmente em setembro, mês em que foram registradas médias de temperaturas máximas variando de 18,7°C a 20,6°C entre 2009/2010 e 2011/2012 em São Francisco de Paula (Apêndice 1).

O período efetivo de polinização é definido como o número de dias durante os quais a polinização é efetiva em produzir frutos. Contudo, este parâmetro de avaliação é determinado não somente pelo crescimento do tubo polínico, mas também pela receptividade estigmática e desenvolvimento do rudimento seminal, que são fatores também influenciados por temperatura, além da qualidade da flor e dos tratamentos químicos realizados (SANZOL & HERRERO, 2001).

O período de receptividade estigmática foi identificado como individual em cada carpelo para a cultura da pereira, ocorrendo de forma sequencial na flor, o que ocasiona a

curta duração individual de cada carpelo. A receptividade estigmática foi sugerida como o provável fator limitante ao período efetivo de polinização de pereiras submetidas a elevado regime térmico (SANZOL *et al.*, 2003a; SANZOL & HERRERO, 2001).

Por outro lado, a receptividade estigmática individual para cada carpelo pode ser interessante como uma estratégia que visa maximizar os recursos de polinização em regiões de condições instáveis ou onde os insetos polinizadores apresentem baixa eficiência de polinização, pois em conjunto, a flor exibe a expansão do período de receptividade estigmática (SANZOL *et al.*, 2003b). Considerando-se a segunda floração emitida a partir de ramos produzidos no mesmo ano, em que há maior regime térmico do que durante a floração primária conforme série decenal de dados mensais obtidos pela mesma estação meteorológica (NICÁCIO *et al.*, 2002), o escalonamento da receptividade estigmática também poderia ser uma estratégia para assegurar a captação de grãos de pólen, já que existe a possibilidade de menos genótipos compatíveis florescerem concomitantemente.

Segundo Tromp e Borsboom (1996), parece haver um comportamento antagônico do sistema reprodutivo frente às temperaturas, pois regimes térmicos que favorecem o crescimento do tubo polínico, provavelmente interferem na viabilidade dos rudimentos seminiais. Regimes térmicos entre 13°C e 17°C ocasionaram o aumento do período efetivo de polinização pela ampliação do tempo em que os rudimentos seminiais analisados conjuntamente foram viáveis, comparativamente à ocorrência com temperaturas inferiores ou superiores durante a primeira floração.

A temperatura média anual para o mês de setembro, em que concentra a primeira floração, variou entre 14,0°C e 15,2°C de 2009/2010 a 2011/2012, enquanto que na segunda floração (outubro a novembro) foi de 15,1°C a 21,3°C em São Francisco de Paula (Apêndice 1). Devido ao desfavorável regime térmico registrado durante a emissão secundária de flores, a redução da duração da viabilidade dos rudimentos seminiais pode ser

considerada como outra provável restrição ao período efetivo de polinização durante a segunda floração.

No presente estudo, as medições dos eixos dos grãos de pólen ficaram restritas à observação do plano que tendia ao formato prolado e o domínio que se aproximava da conformação triangular foi desconsiderado para análise. As dimensões do eixo polar (P) e equatorial (E) dos grãos de pólen do primeiro referido plano, bem como a razão P/E para a identificação morfológica constam na Tabela 19.

TABELA 19. Dimensões do eixo polar (P), eixo equatorial (E) e a razão P/E de grãos de pólen produzidos na primeira floração de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’, ‘Rocha’, ‘Santa Maria’ e ‘William’s’. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010.

Cultivar	Diâmetro ( $\mu\text{m}$ )		P/E (Morfologia)
	Polar (P)	Equatorial (E)	
Abate Fetel	38,8 a	35,3 <sup>ns</sup>	1,09 (prolado esferoidal)
Clapp’s Favourite	38,3 ab	35,5	1,08 (prolado esferoidal)
Packham’s Triumph	38,3 ab	35,8	1,07 (prolado esferoidal)
Rocha	37,3 b	35,3	1,08 (prolado esferoidal)
Santa Maria	37,8 ab	34,8	1,09 (prolado esferoidal)
William’s	38,0 ab	35,3	1,06 (prolado esferoidal)
CV (%)	4,20	5,04	

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo Teste de Tukey. <sup>ns</sup> Não significativo na coluna.

Foi constatado que o grão de pólen de ‘Abate Fetel’ apresentou maior diâmetro polar do que o de ‘Rocha’. Contudo, não foi detectada diferença estatística entre os seis genótipos avaliados quanto à dimensão do eixo equatorial do grão de pólen.

Conforme análises da dimensão dos grãos de pólen das seis cultivares, o eixo polar variou de 37,3  $\mu\text{m}$  a 38,8  $\mu\text{m}$ , enquanto que o diâmetro equatorial verificado ficou entre 34,8  $\mu\text{m}$  e 35,8  $\mu\text{m}$ . Zamani *et al.* (2010) encontraram os maiores diâmetros médios de grãos de pólen em *P. hyrcana*, dentre nove espécies de *Pyrus* em seu centro de origem, no Irã, com o eixo P de 34,78 $\mu\text{m}$  e o eixo E com 30,62  $\mu\text{m}$ , porém ainda menores do que os observados em *P. communis* no presente estudo. Faoro (2009), contrariamente, encontrou

maiores dimensões em pereiras japonesas ‘Housui’ (*P. pyrifolia*), com diâmetro médio de até 49,6 µm quando cultivadas em São Joaquim.

Assim como visualizado em *P. communis* cultivado em São Francisco de Paula, Zamani *et al.* (2010) observaram morfologia assimétrica dos grãos de pólen em sete espécies de *Pyrus*. Em um plano, a conformação do grão de pólen variou entre prolado esferoidal, subprolado ou prolado, enquanto que no segundo plano apresentou formato triangular, trilobado ou circular.

Foi sugerido por Zamani *et al.* (2010) que o formato do grão de pólen para um mesmo plano, além de ser variável entre espécies, poderia ser diferente entre cultivares, motivando a realização desta análise para os seis genótipos de pereiras europeias. No entanto, a razão P/E do grão de pólen variou de 1,06 em ‘William’s’ a 1,09 em ‘Abate Fetel’ e ‘Santa Maria’, o que corresponde, conforme a classificação estipulada por Salgado-Labouriau (1973), unicamente ao formato prolado esferoidal nas seis cultivares analisadas. Possivelmente esta característica também seja similar a outros genótipos de *P. communis*. Zamani *et al.* (2010) identificaram a mesma conformação de primeiro plano, prolado esferoidal como no presente experimento, em *P. longipedicellata*, *P. pashia*, *P. grossheimii* e *P. mazanderanica*, enquanto que *P. farsistanica* exibiu o formato de grão de pólen exclusivamente prolado esferoidal, sem que outro domínio fosse morfologicamente distinguível.

A conformação prolado esferoidal dos grãos de pólen viáveis, exclusiva a um dos polos e comum aos seis genótipos de pereiras europeias analisadas, pode ser visualizada na Figura 20.a. O aspecto de um grão de pólen inviável e o desenvolvimento de tubos polínicos germinados a partir de grãos de pólen viáveis foram expostos, respectivamente, nas Figuras 20.b e 20.c.



FIGURA 20. Grãos de pólen produzidos por pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’ durante a primeira floração: viáveis, com formato prolado esferoidal (a) e inviável (b), em aumento de 100x; grãos de pólen com tubos polínicos germinados e sem o desenvolvimento dos tubos polínicos (c), ampliado em 20x. Escala: 10  $\mu$ m. Microfotografias: Biane de Castro. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2010/2011.

#### 4.1.3 Índices de abortamento das gemas florais, intensidade de floração, frutificação efetiva e frutos na colheita

Os dados de porcentagens de abortamento de gemas florais, intensidade de floração, frutificação efetiva e frutos remanescentes até a colheita são apresentados na Tabela 20. As cultivares de pereiras europeias não apresentaram diferença estatística quanto à ocorrência de abortamento em suas gemas florais durante a floração de 2009/2010, após o acúmulo de frio hibernar de 642 UF (Apêndice 2). No entanto, a intensidade de floração, que representa a quantidade de gemas sadias que floresceram, foi maior em ‘Clapp’s Favourite’ e ‘William’s’ do que em ‘Packham’s Triumph’.

TABELA 20. Porcentagens de abortamento de gemas florais, intensidade de floração, frutificação efetiva e frutos oriundos de primeira floração remanescentes até a colheita em pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’, ‘Santa Maria’ e ‘William’s’. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012.

Cultivar	Abortamento (%)					
	2009/2010		2010/2011		2011/2012	
Abate Fetel	8,06 <sup>ns</sup>	B	21,33	cd A	4,00	e B
Clapp’s Favourite	5,00	B	24,00	c A	22,67	d A
Packham’s Triumph	16,29	B	44,00	b A	48,00	c A
Santa Maria	12,79	B	88,67	a A	96,00	a A
William’s	5,11	B	12,00	d B	77,33	b A
CV (%)	50,04					
Cultivar	Intensidade de Floração (%)					
	2009/2010		2010/2011		2011/2012	
Abate Fetel	91,94	ab A	78,67	a B	96,00	a A
Clapp’s Favourite	95,00	a A	76,00	a B	77,33	b B
Packham’s Triumph	83,71	b A	56,00	b B	52,00	c B
Santa Maria	87,21	ab A	11,33	c B	4,00	e B
William’s	94,89	a A	88,00	a A	22,67	d B
CV (%)	22,06					
Cultivar	Frutificação Efetiva (%)					
	2009/2010		2010/2011		2011/2012	
Abate Fetel	29,40	c A	0,00	d A	0,00	d A
Clapp’s Favourite	214,72	b A	117,35	c C	190,04	a B
Packham’s Triumph	201,19	b A	133,95	c B	95,73	bc B
Santa Maria	242,28	ab A	189,71	b AB	139,51	ab B
William’s	290,99	a A	289,34	a A	77,34	c B
CV (%)	79,55					
Cultivar	Frutos Remanescentes na Colheita (%)					
	2009/2010		2010/2011		2011/2012	
Abate Fetel	12,69	c A	0,00	d A	0,00	b A
Clapp’s Favourite	131,23	a A	66,54	b B	51,48	a B
Packham’s Triumph	147,88	a A	30,18	cd B	49,55	a B
Santa Maria	121,94	a A	34,74	c C	79,41	a B
William’s	63,67	b B	109,34	a A	12,01	b C
CV (%)	75,57					

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo Teste de Tukey.  
<sup>ns</sup> Não significativo na coluna.

No ano seguinte, em que foram registradas apenas 506 UF (Apêndice 2), mais uma vez as pereiras ‘Packham’s Triumph’ e, principalmente, ‘Santa Maria’ apresentaram

pequena intensidade de floração após o advento de elevado abortamento das gemas florais. A ocorrência de intenso dano pelo abortamento das gemas florais de ‘Santa Maria’ originou a produção de flores oriundas de gemas basilares, também conhecidas como casqueiras. Essas gemas foram geralmente emitidas na inserção do lenho com os ramos e continham reduzida quantidade de flores por inflorescência.

Verissimo *et al.* (2004) constataram que, dentre as alterações decorrentes da falta de adaptação climática às elevadas temperaturas durante o verão e outono, estaria a não entrada em um estágio de dormência profunda e a insuficiente redução do metabolismo e crescimento. Segundo Faoro (2002), o abortamento de gemas florais das pereiras seria ocasionado pela falta de adaptação às condições de pouca quantidade de frio hibernal e flutuações térmicas diárias durante os períodos de diferenciação das gemas florais e da dormência. Em consequência, a pereira produziria maior número de primórdios florais nas cultivares menos adaptadas, o que desfavoreceria a distribuição equilibrada de nutrientes entre os primórdios florais, levando à necrose das gemas florais.

De maio a setembro de 2011/2012 foram acumuladas 648 UF (Apêndice 2), e mesmo assim ‘Packham’s Triumph’ e ‘Santa Maria’ também apresentaram severos índices de abortamento em suas gemas florais quando comparados aos danos ocasionados por essa necrose em 2010/2011. Em ordem crescente de danos causados às gemas florais e da decorrente diminuição da intensidade de floração no terceiro ano, foi verificada grande quantidade de gemas florais abortadas em ‘Packham’s Triumph’, ‘William’s’ e ‘Santa Maria’.

Em 2009/2010 ocorreram os menores índices de abortamento nas gemas florais de todas as cultivares quando comparou-se a incidência desta desordem fisiológica aos demais anos. Mesmo com similar acúmulo de frio em 2009/2010 e 2011/2012 (Apêndice 2), no último ano ocorreram tão elevados índices de abortamento como em 2010/2011, à exceção de ‘William’s’ em 2010/2011 e ‘Abate Fetel’ em 2011/2012. Essas observações

corroboram com o trabalho de Zecca (2004), que não encontrou relação entre o abortamento dos primórdios florais com o acúmulo de frio hibernal e regimes térmicos durante o período do outono e inverno.

No entanto, fatores climáticos – como regime térmico e deficiência hídrica no verão – e incidência de doenças que contribuem para o desfolhamento precoce foram descritos como promotores da ocorrência dessa desordem fisiológica (ARRUDA, 1998; ARRUDA & CAMELATTO, 1999). Conforme o Apêndice 1, durante o verão de 2010/2011 e 2011/2012 ocorreram os maiores regimes térmicos e pluviais, bem como foram os anos em que houve a maior incidência de entomosporiose, com intensificação da derrubada precoce das folhas. A ausência cumulativa do emprego de superadores de dormência e de irrigação, além da deficiência de nitrogênio em pós-colheita, podem ter intensificado a menor formação e permanência do dossel vegetativo, reduzindo a capacidade fotossintética e ocasionando uma reserva deficitária de carboidratos para constituir as gemas florais das pereiras.

Embora não tenha ficado muito clara a relação do boro com o abortamento de primórdios florais, este nutriente possivelmente está relacionado como um dos prováveis fatores envolvidos nesse distúrbio (MARODIN, 1998). O pomar em estudo apresentou elevada quantidade de boro no solo (Apêndice 7), conforme recomendações para a cultura da pereira no RS (CQFS, 2004), mas as plantas exibiram deficiência deste micronutriente, conforme análise foliar (Apêndice 8), o que pode ter colaborado para a ocorrência de abortamento das gemas florais. Conforme Picchioni *et al.* (1995), o boro disponibilizado pelo solo é pouco móvel, ao contrário do que se for pulverizado via foliar, prática que proporciona a translocação desse micronutriente em curto período de tempo para diversas frutíferas caducifólias, dentre elas a pereira.

Faoro (2009) verificou que as gemas de pereiras japonesas de maior dimensão e massa não induzem, necessariamente, a maiores diferenciações de flores por inflorescência

ou menores taxas de necrose de gemas florais. Conforme anteriormente relatado, ‘William’s’ apresentou gemas florais de maior diâmetro e massa fresca e seca dos seis genótipos avaliados (Tabelas 1 a 3), porém a produção de flores foi intermediária em relação à exibida por outros genótipos e decrescente no decorrer dos anos (Tabela 5). Entretanto, as gemas florais das pereiras ‘William’s’ apresentaram redução na quantidade de escamas em 2011/2012 (Tabela 1), bem como menor turgescência tecidual das gemas em comparação com o ano precedente (Tabelas 2 e 3), o que pode ter acontecido em virtude do aumento do abortamento. Marodin (1998) também encontrou relação entre o menor conteúdo de massa seca das gemas florais e a ocorrência de abortamento dos primórdios florais, desordem fisiológica que ocasiona a necrose dos tecidos dos primórdios florais e o desprendimento das escamas.

‘Packham’s Triumph’ e ‘Santa Maria’ produziram poucas flores por inflorescência em relação às demais cultivares na primeira floração de 2010/2011 e 2011/2012 (Tabela 5), anos em que apresentaram elevado abortamento. ‘William’s’ manteve intermediária emissão de flores em relação aos demais genótipos em 2011/2012, todavia coincidiu com o ano em que suas inflorescências contiveram a menor quantidade de flores.

Foi verificado que o dano ocasionado pelo abortamento inicia nos tricomas apicais, com coloração clorótica que progride a necrótica, avançando para as sépalas nessa porção, atingindo total ou parcialmente os primórdios florais (MARODIN, 1998). A diminuição da quantidade de flores por inflorescência, principalmente ocasionada por inibição da indução floral e que ocasiona a alternância produtiva (LUZ *et al.*, 2012a), pode ter sido ainda mais acentuada pelo abortamento parcial dos primórdios contidos em gemas florais de ‘Packham’s Triumph’ e ‘Santa Maria’ em 2010/2011 e 2011/2012, assim como em ‘William’s’ neste último ano.

A reduzida frutificação efetiva de ‘Abate Fetel’ foi observada nos três anos de avaliação e a colheita dos seus frutos somente ocorreu em 2009/2010. A grande quantidade

de flores emitidas por inflorescência no decorrer dos anos (Tabela 5), característica sugerida por Dibuz *et al.* (1998) como inerente aos genótipos que apresentam ordem centrípeta de abertura das flores em relação à posição ocupada na raque da inflorescência, sequência também verificada em ‘Abate Fetel’ nesta pesquisa (Tabela 4), pode ter sido ocasionada pela inexistência de frutos remanescentes nas colheitas de 2010/2011 e 2011/2012.

‘Abate Fetel’, pertencente ao segundo grupo de hábito de frutificação, demanda uma poda curta para favorecer a frutificação efetiva, em que os ramos de dois ou três anos devem ser esporoados de tal modo que permaneçam de três a quatro lamburdas (MUSACCHI, 2008; PERAZZOLO, 2008; BRIGHENTI, 2011). Essa prática mais minuciosa foi realizada somente em 2009/2010 e, ainda assim, dentre as cultivares avaliadas, ‘Abate Fetel’ apresentou a menor frutificação efetiva e retenção de frutos até a colheita. Contudo, essa parece ser uma prática indispensável, já que no ano em que foi realizada consistiu na única safra de frutos desse genótipo. A numerosa emissão de flores por inflorescência (Tabela 5) e a pequena massa e dimensão da gema floral (Tabelas 1 a 3) podem estar relacionadas ao indispensável manejo diferenciado de poda, de modo a garantir a frutificação.

Outro aspecto fundamental para a inexistência de frutos fixados em 2010/2011 e 2011/2012 foi a incidência de sarna da pereira logo durante o início da frutificação (estádio fenológico “H”) oriunda da primeira floração em ‘Abate Fetel’, ocasionando a necrose e abscisão de todos os frutinhos. Segundo Bogo *et al.* (2012), as lesões da sarna da pereira ocorrem primeiramente na parte terminal do cálice, próximo às sépalas e progridem para o fruto em desenvolvimento. Conforme as lesões expandem e coalescem, grandes áreas de coloração marrom escura à preta são formadas. Embora o efeito principal até então descrito para a cultura da pereira tenha sido a formação de lesões nos frutos, a infecção severa pode proporcionar a produção de frutos deformados, rachados ou mesmo provocar a sua queda

prematura. São fatores predisponentes a baixa temperatura e a alta incidência de precipitação, o que dificulta seu manejo na região Sul do Brasil. Além das condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento desse fungo, o fungicida mancozebe foi o único princípio ativo utilizado que está registrado no Sistema AGROFIT para o controle da sarna da pereira (MAPA, 2013), o que, com o decorrer do tempo, pode ter promovido a criação de resistência e o aumento de pressão do patógeno (FRAC BRASIL, 2012). Ainda poderiam ter sido empregados os princípios ativos óxido cuproso, captana e enxofre para a contenção da doença nas pereiras (MAPA, 2013).

A exceção de ‘Abate Fetel’, todas as cultivares apresentaram grande frutificação efetiva em 2009/2010. Embora a frutificação efetiva tenha sido elevada, no momento da colheita esse resultado foi invertido, com a redução de frutos remanescentes observada de modo mais acentuado em ‘William’s’ do que em ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’ e ‘Santa Maria’, genótipos estes que expressaram a máxima fixação de frutos no ano e do que eles mesmos nas safras seguintes.

A floração e o desenvolvimento dos frutos, a partir de um ponto de vista evolutivo, são mecanismos pelos quais as plantas disseminam sementes viáveis e asseguram a propagação da próxima geração (HIRST, 2003). A produção com elevada carga de frutos por planta em uma safra proporciona grande formação de sementes viáveis, as quais são muito ativas na síntese de giberelinas. Esse fitorregulador ocasiona a inibição da indução floral das gemas que estão sendo formadas e, conseqüentemente, induz à alternância de produção na safra seguinte (LUZ *et al.*, 2012a).

A elevada retenção de frutos em ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’ e ‘Santa Maria’ na safra 2009/2010 incidiu na redução da indução floral, ocasionando pequena formação de flores por inflorescência durante a primeira floração de 2010/2011 (Tabela 5). O aumento da produção de giberelinas pela supersafra em 2009/2010 pode ter

influenciado, inclusive, na alternância de emissão floral durante a segunda floração de ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Santa Maria’, como pode ser verificado na Tabela 7.

Conforme o item “4.1.5” sobre Parâmetros produtivos, ‘Abate Fetel’ não produziu sementes viáveis em 2009/2010, ou seja, seus frutos foram de origem partenocárpica. O número de sementes viáveis, também relacionado com a massa dos frutos, é importante para a retenção dos mesmos às plantas até a ocasião da colheita (HIRST, 2003). Segundo Webster (2002), a produção de frutos com menos de quatro sementes viáveis ou de origem partenocárpica são mais suscetíveis à abscisão e queda prematura, o que pode ser comprovado pela ínfima retenção final em ‘Abate Fetel’. Por outro lado, a grande indução floral da centrípeta ‘Abate Fetel’ (Tabelas 4 e 5) nos três anos, comparativamente aos demais genótipos, pode ter ocorrido pela inexistência de sementes viáveis em seus frutos que possam ter ocasionado a inibição da indução floral em 2009/2010 para a floração 2010/2011, bem como a inexistência de produção em 2010/2011 pode ter assegurado elevada diferenciação para a floração em 2011/2012.

Foi verificada grande frutificação efetiva em ‘William’s’ durante 2009/2010, porém pela pequena formação de sementes viáveis (item “4.1.5” - Parâmetros produtivos) esta cultivar apresentou reduzida retenção de frutos na safra. Conforme Salaya (2000), ‘William’s’ possui a tendência natural de frutificar sem sementes viáveis em determinados anos, contudo a obtenção de produções equilibradas depende de um balanço entre a emissão de folhas e de sementes viáveis formadas nos frutos dessa cultivar. Nos países de expressão produtiva da cultura da pereira, cultivares compatíveis e de florada coincidente são largamente empregadas nos pomares dos genótipos comerciais para assegurar elevada fixação de frutos até a colheita (CAMPBELL, 2002; MACCAGNANI *et al.*, 2003; ANCARANI *et al.*, 2007; BENÍTEZ, 2001; SENASA, 2013).

Inversamente a 2009/2010, ‘William’s’ teve grande fixação dos frutos em 2010/2011, desde a análise da frutificação efetiva até o momento da safra. A grande

retenção final de peras, a maior verificada para esse genótipo no decorrer dos três anos, foi possível mediante a composição exclusiva de seus frutos por sementes viáveis (item “4.1.5” - Parâmetros produtivos).

‘Santa Maria’ manteve grande frutificação efetiva também no segundo ano de avaliação. O maior índice de abortamento das gemas florais, a conseqüente menor intensidade de floração e a persistente reduzida produção de flores por inflorescência (Tabela 5) – característica relacionada por Dibuz (1998) à ordem de abertura divergente das flores em relação à posição ocupada na raque da inflorescência desse genótipo, a qual também foi registrada neste experimento (Tabela 4) – favoreceram a fixação dos frutinhos às plantas. Isso ocasionou maior disponibilidade de reservas a serem distribuídas entre as flores e frutos em formação inicial, contudo muitos caíram antes da época da colheita pela pequena formação de sementes viáveis (item “4.1.5” - Parâmetros produtivos).

‘Packham’s Triumph’ – que também exibiu alto índice de abortamento das gemas florais – e ‘Clapp’s Favourite’ apresentaram deficientes emissões de flores por inflorescência (Tabela 5) e frutificações efetivas em 2010/2011, inclusive em relação aos seus próprios comportamentos produtivos em 2009/2010. A redução da fixação dos frutos em ‘Packham’s Triumph’ persistiu até a ocasião da colheita, o que não ocorreu com ‘Clapp’s Favourite’, mesmo com a produção parcial de sementes viáveis por ambas (item “4.1.5” - Parâmetros produtivos).

Segundo Nyéki e Soltész (1998), certas cultivares desenvolveram maior aptidão em frutificar do que fertilizar, porém em outras a relação pode ser inversa. No presente experimento, contudo, a menor fixação de frutos em pereiras ‘Packham’s Triumph’ parece estar mais relacionada à menor qualidade da flor emitida em 2010/2011 do que a um aspecto intrínseco a este genótipo, em decorrência do elevado índice de abortamento de suas gemas florais. A retenção final de frutos até a safra 2010/2011 foi tão pequena em

‘Packham’s Triumph’ e ‘Santa Maria’, que estatisticamente igualaram-se à ‘Abate Fetel’ que não fixou mais frutos desde a frutificação efetiva.

‘Abate Fetel’, que não emitiu a segunda floração em 2010/2011, foi a única cultivar a manter a emissão floral em 2011/2012 igual à ocorrida em 2009/2010. Possivelmente, por não ter formado sementes viáveis no primeiro ano e nem produzido frutos de ambas as safras no ano subsequente, seus níveis endógenos de giberelinas não tenham sido alterados a ponto de modificar a indução floral da segunda floração. Entretanto, na primeira floração de 2011/2012 a diferenciação dos primórdios florais de ‘Abate Fetel’ foi reduzida como nos demais genótipos.

Conforme anteriormente descrito, as pereiras ‘Abate Fetel’ não mantiveram frutos fixados até o momento da avaliação da frutificação efetiva em 2011/2012 e conjuntamente com ‘William’s’ apresentaram os menores índices de frutos remanescentes até a colheita. A elevada frutificação efetiva e manutenção de frutos retidos até a colheita de ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Santa Maria’ esteve relacionada, recorrentemente a 2010/2011, com a pequena indução floral (Tabela 5) e com o elevado índice de abortamento da última cultivar. A alternância de emissão floral foi tão marcante nessas cultivares, que, assim como em 2010/2011, persistiu durante a segunda floração (Tabela 7).

‘William’s’ também exibiu grande abortamento das gemas florais, porém, mesmo com mediana emissão de flores por inflorescência comparativamente aos demais genótipos (Tabela 5), sua frutificação efetiva foi mínima. A reduzida manutenção de frutos persistiu até a colheita, sendo 2011/2012 o ano em que este genótipo menos frutos reteve durante a frutificação efetiva e também na safra.

Conforme o item “4.1.5” (Parâmetros produtivos), ‘William’s’ tornou a produzir frutos com a grande maioria de suas sementes sendo inviáveis em 2011/2012, porém em 2009/2010 a queda precoce dos mesmos por ocasião da frutificação efetiva não foi detectada. Foram agravantes o alto índice de abortamento das gemas florais, a relativa

menor produção de flores por inflorescência em 2011/2012 do que em outros anos para esse mesmo genótipo e a fertilização deficitária, alterações estas que resultaram na menor frutificação efetiva e, como já ocorrida em 2009/2010, na pequena retenção de frutos até a colheita.

Além da marcante alternância de emissão floral que persistiu na maioria dos genótipos durante a primeira e segunda florações de 2010/2011 e 2011/2012, foi verificada a deficiência de boro (Apêndice 8) como um provável fator a ter contribuído para a redução da fixação de frutos até o momento da colheita. Segundo Gonçalves (2008), esse micronutriente é essencial durante as florações, tanto na germinação dos grãos de pólen como no crescimento dos tubos polínicos, podendo ter interferido no processo de fecundação e formação de sementes viáveis conjuntamente com outros fatores fundamentais, como a coincidência de floração entre genótipos compatíveis (LEITE *et al.*, 2008). O boro também apresenta efeito indireto na fixação dos frutos por conter o vigor das plantas quando em nível adequado, aumentando a fixação dos frutos e proporcionando a melhor distribuição dos assimilados, ocasionando maior indução à formação dos primórdios florais para o ano seguinte (EL-SHASLY & KOTB, 2011).

#### **4.1.4 Fenologia**

As durações das classes fenológicas de broto de flor, floração e frutificação das gemas florais e as somas de graus-dia nos subperíodos fenológicos correspondentes constam na Tabela 21. A duração em broto de flor ocorreu por seis a 13 dias nas cultivares de pereiras europeias avaliadas entre 2010/2011 e 2011/2012. ‘William’s’ apresentou a menor permanência nesse subperíodo fenológico em ambos os anos de análise, durante oito dias em 2010/2011 e seis dias em 2011/2012, enquanto que a máxima ocorreu por 13 dias, tanto em ‘Abate Fetel’ na primeira floração de 2010/2011, como em ‘Packham’s Triumph’ em 2011/2012. O acúmulo térmico necessário para o término dessa classe

fenológica foi de 40,1°C em ‘William’s’ durante 2010/2011 até 85,3°C em ‘Packham’s Triumph’ em 2011/2012.

TABELA 21. Duração parcial e total das classes fenológicas de broto de flor à frutificação oriunda de primeira floração de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’, ‘Santa Maria’ e ‘William’s’ e a soma térmica (GD) nos subperíodos fenológicos correspondentes. São Francisco de Paula, RS. 2010/2011-2011/2012.

Cultivar	Classes e Estádios Fenológicos da Gema Floral de Primeira Floração							
	Broto de Flor		Floração		Frutificação		∑ entre Broto de Flor e Frutificação	
	D-D3-E-E2		F-F1-F2-G		H-H1-I-J			
	Duração (dias)	GD (°C)	Duração (dias)	GD (°C)	Duração (dias)	GD (°C)	Duração (dias)	GD (°C)
2010/2011								
Abate Fetel	13	70,1	15	74,0	-*	-*	-*	-*
Clapp’s Favourite	10	53,6	16	77,1	35	257,7	61	388,5
Packham’s Triumph	9	53,8	17	84,2	26	189,1	52	327,2
Santa Maria	11	66,3	15	75,6	31	225,1	57	367,1
William’s	8	40,1	16	92,9	37	291,7	61	424,7
2011/2012								
Abate Fetel	10	56,0	13	83,7	-*	-*	-*	-*
Clapp’s Favourite	11	64,3	14	122,6	42	333,0	67	519,9
Packham’s Triumph	13	85,3	14	118,9	33	254,9	60	459,2
Santa Maria	8	40,3	12	101,7	29	227,0	49	368,9
William’s	6	47,0	13	116,0	33	257,2	52	420,2

\* Morte precoce de frutinhas (estádio fenológico “H1”).

A floração dos cinco genótipos avaliados ocorreu por 12 a 17 dias ao longo dos dois anos de acompanhamento. A menor duração foi de 15 dias em ‘Abate Fetel’ e ‘Santa Maria’, enquanto que a máxima ficou em 17 dias nas pereiras ‘Packham’s Triumph’, ambas em 2010/2011. Em 2011/2012, a mínima permanência nesse subperíodo fenológico ocorreu outra vez em ‘Santa Maria’, totalizando 12 dias, enquanto que o maior prolongamento foi de 14 dias em ‘Clapp’s Favourite’ e, novamente, em ‘Packham’s Triumph’. A soma de graus-dia foi de 74,0°C para o término da floração em ‘Abate Fetel’ no primeiro ano até 122,6°C, no ano subsequente, em ‘Clapp’s Favourite’.

A avaliação da duração de dias na classe fenológica de frutificação e do somatório de dias dos subperíodos fenológicos entre a emissão de broto de flor e o final da frutificação foi comprometida em 'Abate Fetel'. Esta cultivar teve a frutificação encerrada logo em seu início (estádio fenológico "H1") em decorrência de sarna da pereira (*V. pirina*) no ano de 2010/2011 (Apêndice 5) e provavelmente, pela incidência da mesma doença, que foi identificada visualmente a campo, em 2011/2012.

Os demais genótipos estiveram em frutificação por período de 26 a 42 dias. No primeiro ano, a duração da frutificação de 'Packham's Triumph' foi de 26 dias, enquanto que 'Williams' levou maior tempo neste subperíodo fenológico, totalizando 37 dias. No ano seguinte, a menor permanência ocorreu em 'Santa Maria', com 29 dias de frutificação, enquanto que a maior continuidade foi registrada em 'Clapp's Favourite', com 42 dias. A frutificação necessitou da soma térmica de 189,1°C em 'Packham's Triumph' durante 2010/2011 a 333,0°C para 'Clapp's Favourite' em 2011/2012.

A duração do início da emissão do broto de flor até o final do subperíodo fenológico de frutificação foi de 52 dias em 'Packham's Triumph', em que se fizeram necessários 327,2°C, até 61 dias em 'Clapp's Favourite' e 'William's' em 2010/2011, genótipos que precisaram de maior soma térmica com, respectivamente, 388,5°C e 424,7°C. No ano seguinte, esse período variou de 49 dias em 'Santa Maria', com 368,9°C, até 67 dias em 'Clapp's Favourite', após a ocorrência de 519,9°C.

O somatório de dias transcorridos entre a primeira e a última classe fenológica, assim como a duração individual de cada uma, foi maior em 2011/2012 para 'Clapp's Favourite' e 'Packham's Triumph'. 'Santa Maria' e 'William's', que necessitaram de menos dias para cumprir os subperíodos fenológicos, apresentaram elevados índices de abortamento das gemas florais em 2011/2012 (Tabela 20), o que pode ter acelerado o processo de frutificação. Em 'William's' também foi verificada reduzida carga de frutos por planta no momento da colheita, condição que provavelmente influenciou na

diminuição individual da duração dos três subperíodos fenológicos e, assim, no somatório da duração total das classes.

Na Tabela 22 são apresentadas as datas de início, plena e final de floração da primeira emissão de flores. Essa avaliação foi realizada considerando a porcentagem de inflorescências com uma flor aberta e, separadamente, pela análise dos estádios fenológicos da gema floral.

TABELA 22. Datas do início, plena e final da primeira floração, duração total e diferença de tempo pelos métodos de avaliação por porcentagem de inflorescências com uma flor aberta e estádios fenológicos da gema floral de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’, ‘Santa Maria’ e ‘William’s’. São Francisco de Paula, RS. 2010/2011-2011/2012.

Cultivar	Primeira Floração								
	Início (10%)	Plena (70%)	Final (90%)	Duração (dias)	Início ("F")	Plena ("F2")	Final ("G")	Duração (dias)	Diferença (dias)
2010/2011									
Abate Fetel	13/09	16/09	19/09	7	13/09	20/09	27/09	15	8
Clapp’s Favourite	18/09	23/09	26/09	9	18/09	27/09	03/10	16	7
Packham’s Triumph	23/09	29/09	02/10	10	23/09	02/10	07/10	17	5
Santa Maria	21/09	26/09	29/09	9	21/09	30/09	05/10	15	6
William’s	28/09	08/10	07/10	11	28/09	08/10	13/10	16	5
2011/2012									
Abate Fetel	11/09	14/09	16/09	6	11/09	18/09	23/09	13	7
Clapp’s Favourite	17/09	19/09	23/09	7	17/09	21/09	30/09	14	7
Packham’s Triumph	19/09	24/09	27/09	9	19/09	26/09	02/10	14	5
Santa Maria	19/09	24/09	26/09	8	19/09	28/09	30/09	12	4
William’s	28/09	02/10	06/10	9	28/09	08/10	10/10	13	4

Em 2011/2012 ocorreu maior acúmulo de Unidades de Frio que no ano anterior (Apêndice 2), contribuindo para a antecipação da emissão das flores dos distintos genótipos, menos de ‘William’s’ que iniciou a floração na mesma data em 2010/2011. Com exceção dessa cultivar, houve o maior acúmulo total de graus-dia da emissão do broto de flor ao término da frutificação em 2011/2012 (Tabela 21).

Durante a emissão de broto de flor foi verificado o aumento da soma térmica de graus-dia adequados para o desenvolvimento de ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’ e ‘William’s’ em relação ao ocorrido no ano anterior, bem como na floração dos seis genótipos e na frutificação de ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’ e ‘Santa Maria’. O aumento dessa variável ocasionou a redução do tempo necessário para a emissão do broto de flor somente de ‘William’s’, porém marcadamente da floração de todas as cultivares, enquanto que menor intervalo de frutificação ocorreu apenas em ‘Santa Maria’.

Conforme Dussi (2010), quando as pereiras europeias são estabelecidas em regiões com invernos amenos ou quentes, estas plantas podem apresentar períodos estendidos de brotação, floração e crescimento vegetativo em relação às cultivadas em locais onde ocorrem adequadas Horas de Frio para a superação de dormência. Segundo Atkinson *et al.* (1997), mesmo o calor outonal ocasiona o atraso das florações de pereiras europeias na primavera subsequente, especialmente nas cultivares precoces. No presente experimento, a menor disponibilidade de frio hibernal de maio a setembro – período que compreende parte do outono, o inverno e o início da primavera – ocorreu em 2010/2011, ano em que também houve o reduzido acúmulo térmico de graus-dia favoráveis à floração das pereiras, ocasionando a ampliação deste subperíodo fenológico nos seis genótipos avaliados (Tabelas 21 e 22).

Com o uso da avaliação por porcentagem de inflorescências com uma flor aberta, a duração da floração foi de cerca de uma semana, variando de seis a 11 dias. A utilização dos estádios fenológicos com a mesma finalidade, por promover o acompanhamento ao

longo de toda a duração da floração, desde a abertura das flores até a queda das pétalas, ampliou o tempo de duração deste subperíodo fenológico em cerca de uma semana, registrada com duração de 12 a 17 dias.

‘Abate Fetel’ foi a cultivar mais precoce em relação ao início da floração, seguida por ‘Clapp’s Favourite’, ‘Santa Maria’, ‘Packham’s Triumph’ e ‘William’s’ em 2010/2011. Entre o início da floração da primeira e da última cultivar, ocorreram 16 dias de diferença. No ano seguinte, a sequência de início da floração foi a mesma, com exceção de ‘Packham’s Triumph’ e ‘Santa Maria’ que iniciaram no mesmo dia. Do começo da floração de ‘Abate Fetel’ ao início da floração de ‘William’s’ decorreram 18 dias de diferença.

De um modo geral todas as cultivares polinizadoras estavam bem distribuídas ao longo do pomar (item “3.1” - Caracterização da área experimental), nunca excedendo os 25 m, que é a distância máxima recomendada para que as plantas doadoras do gametófito masculino estejam dispostas da cultivar receptora (SOUSA, 2010). Contudo, a relação de distribuição sequencial de genótipos polinizadores entre as cultivares receptoras foi bastante diversificada. Segundo Sousa (2010), são necessárias duas cultivares polinizadoras alternadas ao longo das fileiras nos pomares de pereiras: uma com a sua plena floração coincidente com o início da floração da cultivar receptora e a outra necessita ter a plena floração durante o final da plena floração da cultivar receptora.

A pereira europeia ‘Abate Fetel’ possui os alelos  $S_{104}S_{105}$  para autoincompatibilidade. As polinizadoras implantadas nas fileiras foram ‘Conference’ ( $S_{108}S_{119}$ ), ‘Packham’s Triumph’ ( $S_{101}S_{103}$ ) e ‘William’s’ ( $S_{101}S_{102}$ ), todas totalmente compatíveis com ‘Abate Fetel’ (GOLDWAY *et al.*, 2009). Como a fenologia de ‘Conference’ não foi acompanhada, em virtude da pequena quantidade de indivíduos disponíveis para análise por serem resultantes do rebrote de plantas que foram

sobreenxertadas com nova cultivar copa sem sucesso de pega, a análise ficou restrita às últimas duas cultivares.

‘William’s’ não foi coincidente quanto à floração com ‘Abate Fetel’, iniciando a abertura das flores após o final da floração de ‘Abate Fetel’, por ambos os métodos de avaliação da duração da floração, nos dois anos de avaliação. ‘Packham’s Triumph’, também em ambos os anos, não coincidiu sua floração com a de ‘Abate Fetel’ pelo método que leva em conta apenas a porcentagem de inflorescências com uma flor aberta, porém, pelo método de estádios fenológicos, o período entre a plena e o final da floração de ‘Abate Fetel’ coincidiu com o início da floração de ‘Packham’s Triumph’. A ausência de polinização cruzada em período compatível com a receptividade estigmática das flores de ‘Abate Fetel’ ocasionou reduzida frutificação efetiva (Tabela 20), comprovada pela ausência completa de sementes viáveis nos frutos (item “4.1.5” - Parâmetros produtivos) em decorrência da ausência de fertilização.

‘Clapp’s Favourite’ ( $S_{101}S_{108}$ ) tinha entre suas fileiras de plantio as polinizadoras ‘Conference’ ( $S_{108}S_{119}$ ), ‘Packham’s Triumph’ ( $S_{101}S_{103}$ ), ‘Rocha’ ( $S_{101}S_{105}$ ) e ‘Santa Maria’ ( $S_{102}S_{103}$ ). Todas as cultivares são semicompatíveis com ‘Clapp’s Favourite’, com exceção de ‘Santa Maria’ que é totalmente compatível (GOLDWAY *et al.*, 2009). No entanto, como anteriormente referido, os dados fenológicos não foram acompanhados em ‘Conference’, e nem na polinizadora ‘Rocha’ por haverem poucos indivíduos adultos disponíveis para análise.

Considerando-se a polinizadora semicompatível ‘Packham’s Triumph’, pelo primeiro método de avaliação da floração, o início desse subperíodo fenológico coincidiu com a plena floração de ‘Clapp’s Favourite’ em ambos os anos, porém a plena floração da polinizadora ocorreu quando a receptora já havia encerrado a sua floração. ‘Santa Maria’, polinizadora compatível, teve o início de sua floração entre o início e a plena floração de

‘Clapp’s Favourite’ em 2010/2011 e, no ano seguinte, iniciou a floração quando a receptora estava em plena floração.

Pelo segundo método de avaliação da fenologia, ‘Packham’s Triumph’ e ‘Santa Maria’ iniciaram a floração entre o início e a plena floração de ‘Clapp’s Favourite’ nos dois anos de avaliação. No entanto, a plena floração das cultivares polinizadoras ocorreu pouco antes do encerramento deste subperíodo fenológico no genótipo receptor, sendo a plena floração de ‘Packham’s Triumph’ mais tardia durante 2010/2011 e a de ‘Santa Maria’ em 2011/2012.

Embora haja compatibilidade entre ‘Santa Maria’ e ‘Clapp’s Favourite’, ‘Santa Maria’ esteve em plena floração quando ‘Clapp’s Favourite’ entrou na fase de encerramento da floração em 2010/2011 e, no ano seguinte, a plena floração da polinizadora ocorreu um dia após o final da floração da receptora. A defasagem entre a plena floração de ‘Santa Maria’ em relação à floração de ‘Clapp’s Favourite’ pode ter ocasionado menor fertilização da receptora segundo indicações de Sousa (2010), especialmente se for considerada a reduzida germinação dos tubos polínicos da polinizadora em 2010/2011 e 2011/2012 (Tabela 17).

Até então não se dispõe de outros recursos genéticos totalmente compatíveis descritos com relativa coincidência de floração nas condições locais, e considerando-se que ‘Clapp’s Favourite’ produziu grande quantidade de grãos de pólen por antera e por flor de alta viabilidade, essa cultivar poderia ser empregada como polinizadora de ‘Santa Maria’. ‘Clapp’s Favourite’ exibiu sua plena floração entre o início e a plena floração de ‘Santa Maria’ em 2010/2011 e, no ano seguinte, a polinizadora esteve em plena floração no exato dia em que a receptora iniciou a sua floração. Pelo segundo método de avaliação da fenologia, ‘Clapp’s Favourite’ esteve em plena floração entre o início e a plena floração da receptora ‘Santa Maria’ nos dois anos de avaliação. Conforme recomendações de Sousa

(2010), a plena floração da polinizadora ‘Clapp’s Favourite’ se enquadraria perfeitamente no grupo de doadores de gametófitos masculinos de primeira época à ‘Santa Maria’.

Segundo Luz *et al.* (2012a), insuficiente quantidade de frio durante o repouso hibernal promove a extensão da floração, reduzindo seu potencial para adequada polinização e fecundação. No presente experimento também foi verificada a ampliação da duração da floração pelo menor acúmulo de UF em 2010/2011 (Apêndice 2), no entanto isso possibilitou a sincronia em um maior espaço de tempo entre a polinizadora ‘Clapp’s Favourite’ e a receptora ‘Santa Maria’. Em 2011/2012, ano de maior acúmulo de frio hibernal (Apêndice 2) e posterior somatório de graus-dia durante a floração, o período de sincronismo para o adequado fornecimento de grãos de pólen de ‘Clapp’s Favourite’ à receptora ‘Santa Maria’ foi reduzido, mas por outro lado, conforme Luz *et al.* (2012a), as condições climáticas ocorridas no período podem ter favorecido a fecundação das flores. A antecipação e a redução da floração foram tão intensas em 2011/2012, que ‘Clapp’s Favourite’ encerrou esse período fenológico antes que ‘Santa Maria’ entrasse na condição de plena floração.

Entre as pereiras ‘Packham’s Triumph’ ( $S_{101}S_{103}$ ) foram dispostas as polinizadoras ‘Clapp’s Favourite’ ( $S_{101}S_{108}$ ), ‘Conference’ ( $S_{108}S_{119}$ ) e ‘Santa Maria’ ( $S_{102}S_{103}$ ). ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Santa Maria’ são semicompatíveis com ‘Packham’s Triumph’, enquanto que ‘Conference’ é totalmente compatível. Na área mais nova do pomar, ‘Packham’s Triumph’ ( $S_{101}S_{103}$ ) e ‘Rocha’ ( $S_{101}S_{105}$ ), semicompatíveis, foram implantadas conjuntamente.

Por ambos os métodos de avaliação, a plena floração de ‘Clapp’s Favourite’ ocorreu no início da floração de ‘Santa Maria’. Pela metodologia de porcentagem de inflorescências com uma flor aberta, a plena floração de ‘Packham’s Triumph’ foi quase coincidente em 2010/2011 e em 2011/2012 foi totalmente concomitante com o genótipo receptor, tendo iniciado e concluído a floração em datas muito próximas. Pelo segundo método, o início, a plena e o final da floração foram aproximados, sendo observado que a

floração de ‘Packham’s Triumph’ encerra pouco depois da de ‘Santa Maria’. Embora tanto ‘Clapp’s Favourite’ quanto ‘Packham’s Triumph’ apresentem sincronismo de floração com ‘Santa Maria’, seria parcialmente restritivo para a polinização o fato de serem semicompatíveis.

‘Benita’ foi uma das cultivares polinizadoras implantadas no talhão de ‘Santa Maria’ ( $S_{102}S_{103}$ ). Embora ainda não tenham sido identificados os alelos específicos de ‘Benita’ para autoincompatibilidade, sabe-se que ela é oriunda do cruzamento entre a pereira japonesa ‘Housui’ ( $S_2S_5$  pela nomenclatura não modificada em pereiras asiáticas ou  $S_{102}S_{105}$  pela utilizada em pereiras europeias) e a pereira europeia ‘General Leclercq’ ( $S_{102}S_{118}$ ) (CASTILLO *et al.*, 2002; FISCHER, 2009; GOLDWAY *et al.*, 2009). Resultante desse cruzamento, a polinizadora ‘Benita’ pode ser semicompatível ou totalmente incompatível com a receptora ‘Santa Maria’.

Também entre ‘Santa Maria’ ( $S_{102}S_{103}$ ) havia as pereiras ‘Conference’ ( $S_{108}S_{119}$ ) e ‘Kousui’ – segundo Ishimizu *et al.* (1996),  $S_4S_5$  pela nomenclatura não modificada em pereiras asiáticas ou  $S_{104}S_{105}$  pela utilizada em pereiras europeias – que são totalmente compatíveis e, como já referido anteriormente, as semicompatíveis pereiras ‘Packham’s Triumph’ ( $S_{101}S_{103}$ ). Não foi realizada a comparação com a floração de ‘Benita’, ‘Conference’ e ‘Kousui’ por não ter sido acompanhada a fenologia dessas cultivares em virtude da pequena quantidade de indivíduos disponíveis. A semicompatível ‘Packham’s Triumph’ exibiu a plena floração coincidente com o final da floração da receptora em 2010/2011 e no mesmo dia que ‘Santa Maria’ durante 2011/2012.

‘Rocha’ ( $S_{101}S_{105}$ ) e ‘Packham’s Triumph’ ( $S_{101}S_{103}$ ) eram as polinizadoras de ‘William’s’ ( $S_{101}S_{102}$ ), ambas semicompatíveis com a cultivar receptora. A comparação da coincidência de floração ficou restrita à ‘Packham’s Triumph’ em virtude da fenologia de ‘Rocha’ não ter sido acompanhada.

Pelo primeiro método de análise, o início da floração de ‘William’s’ coincidiu com o período aproximado da plena floração de ‘Packham’s Triumph’ em 2010/2011, mas, em 2011/2012, o início da floração de ‘William’s’ ocorreu um dia após o final da floração de ‘Packham’s Triumph’. Além de sincronismo variável no decorrer dos anos, também seria restritivo o aspecto de parcial compatibilidade gametofítica entre os referidos genótipos. Pelo segundo método de acompanhamento da fenologia, o início da floração de ‘William’s’ ocorreu entre o início e a plena floração de ‘Packham’s Triumph’ em 2010/2011 e incidiu entre a plena e o final da floração da polinizadora em 2011/2012.

As datas da segunda floração e as durações desse subperíodo fenológico foram analisadas pelo método de porcentagens de inflorescências com uma flor aberta e constam na Tabela 23. Também foi realizada a estimativa de graus-dia ocorridos durante a emissão secundária de flores e verificado o acúmulo térmico entre o início da primeira e o término da segunda floração.

TABELA 23. Datas do início, plena e final da segunda floração e duração total, avaliadas por porcentagem de inflorescências com uma flor aberta, de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Santa Maria’ e o acúmulo de graus-dia (GD) durante a segunda floração e entre o início da primeira floração e o término da segunda floração. São Francisco de Paula, RS. 2010/2011-2011/2012.

Cultivar	Segunda Floração				GD (°C)	
	Início (10%)	Plena (70%)	Final (90%)	Duração (dias)	Segunda Floração	∑ entre a Primeira e Segunda Flores
2010/2011						
Clapp’s Favourite	22/10	03/11	07/11	17	126,1	312,7
Santa Maria	24/10	28/10	05/11	13	93,3	283,8
2011/2012						
Abate Fetel	11/10	18/10	24/10	14	117,0	324,7
Clapp’s Favourite	15/10	25/10	28/10	14	108,9	322,4
Santa Maria	18/10	29/10	02/11	16	111,7	329,9

A época da segunda floração não apresentou condição tão definida quanto à verificada na primeira emissão de flores. Possivelmente condicionada por um complexo de

fatores ambientais e endógenos que controlam os surtos de lançamentos de ramos vegetativos e que culminam com a indução dos meristemas terminais a tornarem-se primórdios florais, a floração secundária tenha apresentado cerca de uma semana de diferença para seu início entre os dois anos de avaliação.

‘Abate Fetel’ não emitiu floração secundária em 2010/2011, enquanto que em 2011/2012 floresceu por 14 dias, subperíodo fenológico concluído após a ocorrência, em graus-dia, de 117,0°C. ‘Clapp’s Favourite’ esteve na mesma classe fenológica de 14 (2011/2012) até 17 dias (2010/2011) com as somas térmicas de, respectivamente, 108,9°C e 126,1°C. A floração em ‘Santa Maria’ compreendeu o período de 13 dias com o registro de 93,3°C acumulados em 2010/2011 e 16 dias em 2011/2012, totalizando a soma térmica de 111,7°C.

Foi verificada a antecipação da emissão da floração secundária em sete dias nas pereiras ‘Clapp’s Favourite’ e em seis dias nas pereiras ‘Santa Maria’ durante 2011/2012, comparação que não pode ser realizada em ‘Abate Fetel’ pela inexistência de segunda floração em 2010/2011. Nos dois primeiros genótipos, a precocidade verificada na segunda floração foi decorrente da antecipação da emissão primária de flores (Tabelas 21 e 22) pelo elevado acúmulo de frio hibernal (Apêndice 2) e pelo acontecimento de maior somatório de graus-dia (GD) favoráveis ao desenvolvimento das pereiras entre a primeira e a segunda emissão de flores (Tabela 23).

A primeira floração de ‘Santa Maria’ foi mais precoce e apresentou menor duração em 2011/2012, independente do método de avaliação (Tabela 22). Na segunda floração, inversamente, embora também tenha ocorrido em data anterior, foi verificado o aumento da permanência nesse subperíodo fenológico, de 13 dias em 2010/2011 para 16 dias no ano consecutivo.

Ocorreu maior acúmulo de graus-dia durante as duas florações, do início da primeira ao término da segunda floração e da emissão do broto de flor à frutificação

oriunda da primeira emissão de flores de ‘Santa Maria’ em 2011/2012. Provavelmente, o elevado regime térmico tenha promovido a continuidade da emissão e do crescimento de novos ramos que, em maior distribuição temporal, induziram a formação dos primórdios florais em seus meristemas apicais.

‘Clapp’s Favourite’ apresentou a antecipação e a redução do tempo de ocorrência tanto da primeira como da segunda floração em 2011/2012 (Tabelas 21 a 23). A duração da segunda floração foi reduzida de 17 dias em 2010/2011 para 14 dias no ano seguinte, inversamente ao detectado em ‘Santa Maria. Mesmo que ambas as cultivares tenham apresentado maior disponibilidade de graus-dia do início da primeira ao término da segunda floração em 2011/2012, apenas ‘Clapp’s Favourite’ necessitou de menor acúmulo térmico durante a segunda floração do que no ano anterior para completá-la em menos tempo.

‘Clapp’s Favourite’ ( $S_{101}S_{108}$ ) tinha entre suas fileiras de plantio a polinizadora ‘Santa Maria’ ( $S_{102}S_{103}$ ) como única emissora de segunda floração, genótipo totalmente compatível (GOLDWAY *et al.*, 2009). Entre as fileiras de ‘Abate Fetel’ ( $S_{104}S_{105}$ ) e ‘Santa Maria’ não foram implantadas polinizadoras com floração primaveril secundária.

Em 2010/2011, ‘Clapp’s Favourite’ iniciou a segunda floração dois dias antes de ‘Santa Maria’, entretanto a sua plena floração ocorreu seis dias após a de ‘Santa Maria’ e o final desse subperíodo fenológico foi dois dias além desta cultivar. Nessa situação, conforme recomendações de Sousa (2010), ‘Clapp’s Favourite’ atenderia ao critério de polinizadora de final da floração de ‘Santa Maria’ no primeiro ano, enquanto que esta cultivar seria fonte de gametófitos masculinos do primeiro genótipo durante o início da floração por apresentarem as suas plenas florações nos referidos períodos correspondentes e apresentarem gametófitos totalmente compatíveis (GOLDWAY *et al.*, 2009).

As pereiras ‘Clapp’s Favourite’ apresentaram restrições quanto aos grãos de pólen oriundos da segunda floração em 2010/2011, tanto pela reduzida produção de grãos de

pólen por antera e por flor (Tabela 16 e Figuras 17 e 18) como pela menor germinação dos tubos polínicos (Tabela 18 e Figura 19). ‘Santa Maria’, ao contrário, apresentou maior produção de grãos de pólen por antera, emissão de gametófitos masculinos por flor e germinação dos tubos polínicos do que ‘Clapp’s Favourite’ na emissão secundária de flores. Além disso, ‘Santa Maria’ produziu maior quantidade de gametófitos masculinos por antera e por flor durante a segunda floração do que na emissão primária de flores dos três anos de averiguação e a germinação dos seus tubos polínicos foi tão elevada quanto a que ocorreu na primeira floração de 2010/2011 e 2011/2012.

‘Abate Fetel’, como na floração inicial (Tabelas 21 e 22), foi a cultivar mais precoce em relação ao início da floração secundária em 2011/2012, iniciando a floração quatro dias antes do que ‘Clapp’s Favourite’ e sete dias antes de ‘Santa Maria’. Segundo Goldway *et al.* (2009), as três cultivares apresentam gametófitos totalmente compatíveis.

A plena floração de ‘Abate Fetel’ ocorreu pouco após o início da emissão de flores de ‘Clapp’s Favourite’ e no mesmo dia em que iniciou a floração de ‘Santa Maria’, podendo, pela época indicada por Sousa (2010), ser utilizada como fonte de gametófitos masculinos de ambas cultivares na primeira fase de polinização. ‘Clapp’s Favourite’ teve a sua plena floração após o final da floração de ‘Abate Fetel’, excedendo o período recomendado de final da plena floração recomendado por Sousa (2010), contudo foi concomitante ao início da floração de ‘Santa Maria’, podendo ser empregada na primeira época de polinização desta receptora.

Tanto ‘Abate Fetel’ como ‘Clapp’s Favourite’ apresentaram reduzida germinação dos tubos polínicos na segunda floração (Tabela 18), sendo inferior ao potencial expresso durante a primeira emissão de flores (Figura 19). O mesmo foi observado quanto à produção de grãos de pólen por antera e por flor, que foi reduzida em relação à ocorrida na emissão primária de flores (Figuras 17 e 18). Embora haja coincidência de florações e compatibilidade gametofítica entre os três genótipos de floração secundária, as reduções de

produção de grãos de pólen por antera e por flor, bem como o menor índice de germinação dos tubos polínicos de ‘Abate Fetel’ e ‘Clapp’s Favourite’ podem desfavorecer a adequada fertilização das flores de emissão secundária e comprometer a viabilidade do seu emprego enquanto genótipos polinizadores.

Conforme análises de germinação do tubo polínico e produção de grãos de pólen por antera e por flor (Tabelas 16 e 18 e Figuras 17 a 19), ‘Santa Maria’ foi a cultivar que apresentou a maior expressão de adaptação às condições climáticas da época, indicando elevado potencial como polinizadora de outras cultivares durante a emissão secundária de flores. No entanto, esta cultivar exibiu sincronismo variável no decorrer dos anos com ‘Clapp’s Favourite’, indicando que a segunda floração também apresenta dificuldades para a adequada previsão e manejo objetivando a concomitância de florações entre os distintos genótipos compatíveis.

#### **4.1.5 Variáveis produtivas**

Na Tabela 24 constam os dados de quantidade e massa total de frutos produzidos por planta e produtividade das cinco cultivares de pereiras europeias analisadas, conforme as distintas densidades de plantio adotadas na implantação dos talhões, as quais podem ser conferidas no item “3.1” sobre a Caracterização da área experimental. Na safra 2009/2010, os genótipos que produziram maior número e massa total de frutos por planta foram ‘Packham’s Triumph’ e ‘Santa Maria’. Na colheita de 2010/2011, ‘William’s’ destacou-se das demais cultivares em quantidade e massa total de frutos produzidos por planta, grandezas mantidas por esse genótipo no terceiro ano. Conjuntamente, ‘Santa Maria’ produziu elevada quantidade de frutos por planta em 2011/2012, enquanto que a maior massa de frutos produzidos por planta foi registrada, além de ‘William’s’, também em ‘Packham’s Triumph’.

TABELA 24. Produção por planta e estimativa da produtividade de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’, ‘Santa Maria’ e ‘William’s’. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012.

Cultivar	Quantidade de Frutos (n° de frutos planta <sup>-1</sup> )		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
Abate Fetel	21,93 c A	0,00 d B	0,00 c B
Clapp’s Favourite	30,47 b A	7,87 c B	6,07 c B
Packham’s Triumph	51,93 a A	28,87 b B	23,73 b B
Santa Maria	58,87 a A	33,60 b B	27,73 ab B
William’s	20,73 c C	49,60 a A	31,93 a B
CV (%)	40,37		
Cultivar	Massa Total dos Frutos (kg de frutos planta <sup>-1</sup> )		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
Abate Fetel	2,75 c	- *	- *
Clapp’s Favourite	5,20 b A	1,15 d B	0,67 c B
Packham’s Triumph	7,92 a A	4,46 c B	3,87 a B
Santa Maria	6,76 a A	5,86 b A	3,19 b B
William’s	2,90 c C	8,58 a A	5,06 a B
CV (%)	39,40		
Cultivar	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
Abate Fetel	24.557,95 c	- *	- *
Clapp’s Favourite	43.302,56 b A	8.605,17 c B	5.573,54 c B
Packham’s Triumph	52.821,38 a A	29.717,03 b B	25.796,07 a B
Santa Maria	45.044,38 b A	39.067,20 a A	21.289,97 ab B
William’s	10.365,43 d C	30.651,08 b A	18.087,67 b B
CV (%)	37,20		

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo Teste de Tukey.

\* Ausência de produção de frutos.

Comparativamente entre os anos, de um modo geral, as cultivares de pereiras europeias apresentaram redução na produção de frutos por planta, seja em quantidade ou massa, em 2010/2011 e 2011/2012. As exceções foram ‘William’s’, que produziu menor quantidade e massa de frutos por planta em 2009/2010 e 2011/2012 do que em 2010/2011, e ‘Santa Maria’, que exibiu massa total de frutos produzidos por planta tão elevada em 2010/2011 quanto em 2009/2010. Contudo, a redução da quantidade de frutos em ‘Santa Maria’ ocorreu a partir de 2010/2011.

Em virtude de o espaçamento empregado ser diferente, a comparação da produtividade entre os distintos genótipos fica comprometida, com exceção de ‘Packham’s Triumph’ e ‘Santa Maria’ que foram plantadas em densidade de 6666 plantas ha<sup>-1</sup>. A primeira cultivar mencionada apresentou maior produtividade do que a última em 2009/2010, eficiência produtiva invertida na safra seguinte, em que ‘Santa Maria’ passou a produzir mais, sem que houvesse diferença entre ambos os genótipos em 2011/2012. No decorrer dos anos, ‘Packham’s Triumph’ produziu menor quantidade e massa total de frutos em 2010/2011 e 2011/2012, enquanto que em ‘Santa Maria’, mesmo com menor quantidade de frutos por planta desde 2010/2011, a redução da massa dos frutos foi detectada apenas na última safra.

‘Santa Maria’ e ‘Clapp’s Favourite’ foram empregadas como polinizadoras de ‘Packham’s Triumph’, embora sejam semicompatíveis. Em ambos os anos, ‘Clapp’s Favourite’ teve a sua plena floração concomitante ao início da floração de ‘Packham’s Triumph’, época recomendada por Sousa (2010) para a primeira categoria de polinizadoras a serem implantadas no pomar. ‘Santa Maria’ também se enquadrou nesse grupo em 2010/2011, apresentando a sua plena floração coincidente entre o início e a plena floração da semicompatível ‘Packham’s Triumph’, enquanto que em 2011/2012 a polinizadora esteve em plena floração conjuntamente com a receptora. Mesmo com o sincronismo de floração entre os referidos genótipos polinizadores semicompatíveis com o receptor em 2010/2011 e 2011/2012, isso não assegurou a manutenção da elevada produção observada em ‘Packham’s Triumph’ na safra 2009/2010. Além da semicompatibilidade, ‘Santa Maria’ apresentou baixa germinação dos tubos polínicos durante a primeira floração de 2010/2011 e 2011/2012 (Tabela 17), o que reduziria ainda mais a possibilidade de fertilização das flores de ‘Packham’s Triumph’ se dependesse exclusivamente dessa cultivar. Como fatores agravantes à produção de ‘Packham’s Triumph’, nos últimos dois

anos também ocorreram reduzida diferenciação de primórdios florais, elevado abortamento das gemas florais e pequena frutificação efetiva (Tabelas 5 e 20).

Conforme informações sobre a produção dos pomares da região de Caxias do Sul (IBGE, 2012), a qual é composta por 15 municípios, a produção de *Pyrus* spp. sofreu um declínio na safra 2010/2011, com a menor produtividade verificada desde a safra 2007/2008 até 2011/2012. A produtividade foi de 19,24 t ha<sup>-1</sup> em 2009/2010, caindo para 18,63 t ha<sup>-1</sup> em 2010/2011, recuperando-se na colheita de 2011/2012, safra em que atingiu a produtividade recorde considerando-se registros a partir de 2005/2006, com 21,73 t ha<sup>-1</sup>. Embora nesses dados não seja diferenciada a produtividade das espécies pertencentes ao gênero *Pyrus*, é sabido que as pereiras europeias (*P. communis*) apresentam maiores entaves produtivos do que outras espécies do mesmo gênero, quer pela falta de adaptação climática ou devido ao desconhecimento sobre o adequado manejo fitotécnico (FAORO, 2002; TREVISAN *et al.*, 2006; LEITE *et al.*, 2008; FAORO & ORTH, 2010; MACHADO *et al.*, 2012), sendo presumível que grande parte dessa redução produtiva verificada em 2010/2011 tenha ocorrido em virtude da espécie em análise.

Dentre a ampla diversidade de fatores inerentes aos pomares locais, a ocorrência de reduzido acúmulo de Unidades de Frio (Apêndice 2) durante o repouso hibernar foi comum a todos, o que pode ter desfavorecido ou ao menos contribuído para a redução do rendimento da cultura em estudo na safra 2010/2011. Segundo Faoro (2002), em condições que as necessidades de frio hibernais não sejam satisfeitas e ocorram flutuações térmicas diárias, a frutificação das pereiras é desfavorecida, pois além da brotação desuniforme, há menor formação de gemas florais e a redução do número de primórdios florais diferenciados em cada gema. Outro aspecto a ser considerado em relação à queda da produção foi a ocorrência de uma supersafra em três dos cinco genótipos avaliados em 2009/2010 ('Clapp's Favourite', 'Packham's Triumph' e 'Santa Maria'), com rendimentos

nesse pomar muito acima da média regional, a qual promoveu a inibição da indução dos primórdios florais que seriam responsáveis pela produção da safra seguinte.

A redução de flores contidas por inflorescência ocorreu tanto em ‘Packham’s Triumph’ como em ‘Santa Maria’ durante 2010/2011 e 2011/2012 (Tabela 5), acompanhada pelo elevado índice de abortamento das gemas florais (Tabela 20). No entanto, mesmo em um ano desfavorável como 2010/2011 em que houve a redução da quantidade de frutos produzidos por planta destes dois genótipos, foi possível manter a produtividade de ‘Santa Maria’ tão elevada quanto na safra anterior em virtude da massa total de frutos colhidos por planta ter sido tão elevada quanto em 2009/2010.

Embora tenha havido coincidência das florações primárias de ‘Santa Maria’ com a polinizadora compatível ‘Clapp’s Favourite’ em 2010/2011 e 2011/2012, genótipo de grande capacidade produtora de grãos de pólen viáveis (Tabelas 15 e 17), a porcentagem de frutos remanescentes na última safra foi maior do que na antecessora. A menor carga final de frutos provavelmente possibilitou a melhor partição de fotoassimilados em 2010/2011, garantindo a manutenção da massa total de frutos retidos nas plantas em relação à safra 2009/2010.

‘Abate Fetel’, que possuía a maior densidade de plantio das cultivares em análise, foi a cultivar que menor produtividade exibiu em 2009/2010 e esta consistiu na única safra em que este genótipo reteve frutos. Na avaliação da frutificação efetiva dessa cultivar já era possível verificar que ‘Abate Fetel’ havia fixado menos frutos após a floração do que os demais (Tabela 20).

Conforme anteriormente mencionado, não foram detectadas cultivares compatíveis com floração coincidente na primeira floração de ‘Abate Fetel’ (Tabela 22), embora essa cultivar tenha exibido a maior emissão de flores por inflorescência de todos os genótipos avaliados (Tabela 5). Na avaliação da segunda floração, embora não tenha sido verificada a frutificação dela decorrente, foi detectada a possibilidade de polinização com cultivares

totalmente compatíveis que apresentaram a plena floração concomitante com o final da plena floração de ‘Abate Fetel’ (Tabela 23), caso de ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Santa Maria’.

‘Clapp’s Favourite’ apresentou maior produtividade em 2009/2010 do que nas demais safras, assim como anteriormente descrito para ‘Packham’s Triumph’. A menor produtividade oriunda da primeira floração adveio da reduzida emissão de flores por inflorescência (Tabela 5), principalmente em 2010/2011, como resposta à elevada produção da safra anterior. Também foi verificado o aumento do abortamento das gemas florais e a redução da frutificação efetiva e dos frutos remanescentes na colheita de ‘Clapp’s Favourite’ em 2010/2011 e 2011/2012 (Tabela 20).

‘Santa Maria’ era o único genótipo compatível implantado com a finalidade de polinizar ‘Clapp’s Favourite’. No entanto, foi detectado que o doador de grãos de pólen exibiu a sua plena floração no exato dia em que ‘Clapp’s Favourite’ entrou na fase final desse subperíodo fenológico em 2010/2011 e pela antecipação e redução da permanência em floração dos dois genótipos (Tabela 22), no ano subsequente, a plena floração da polinizadora ocorreu um dia após o encerramento da floração de ‘Clapp’s Favourite’. Além do desfavorecimento pela época de plena floração da polinizadora, ‘Santa Maria’ exibiu reduzida germinação de seus tubos polínicos em 2010/2011 e 2011/2012 (Tabela 17), o que pode ter contribuído ainda mais para a escassa produção de ‘Clapp’s Favourite’.

‘William’s’, contrariamente aos demais genótipos avaliados, teve a menor colheita de frutos justamente em 2009/2010, sendo verificado o seu máximo potencial produtivo em 2010/2011, com recorrente queda de produtividade em 2011/2012. ‘Packham’s Triumph’, polinizadora semicompatível com ‘William’s’, exibiu sua plena floração concomitantemente com o início da floração da receptora em 2010/2011, mas, em 2011/2012, o início da floração de ‘William’s’ ocorreu um dia após o final da floração da polinizadora (Tabela 21), ocasionando a redução da produtividade. Esse foi o único caso registrado no presente estudo de coincidência de floração entre cultivares semicompatíveis

que gerou um resultado significativo na produtividade final do genótipo receptor, verificado na safra 2010/2011 pela polinização de ‘William’s’ por ‘Packham’s Triumph’.

A redução da produtividade de ‘William’s’ ocorreu justamente nos anos de maior acúmulo de frio hibernal (Apêndice 2), sendo presumível que a antecipação da floração também tenha ocasionado a assíncrona floração das cultivares receptora e polinizadora em 2009/2010. Também foram agravantes à safra 2011/2012, em que ocorreram os menores índices de frutificação efetiva e de frutos remanescentes na colheita de ‘William’s’ (Tabela 20), a baixa intensidade de floração decorrente do elevado índice de abortamento das gemas florais e a redução da quantidade de flores diferenciadas por inflorescência (Tabela 5) em resposta ao aumento produtivo de 2010/2011.

Segundo Swietlick (2003), o boro forma complexos com derivados de açúcar e outros componentes de parede celular, estando envolvido no metabolismo de ácido nucleico e no processo de divisão e alongamento celular. Frutíferas com deficiência em boro apresentam baixa frutificação efetiva em decorrência do abortamento dos primórdios florais e da polinização deficitária, produzindo frutos pequenos, deformados e rachados. Para El-Shazly e Kotb (2011), esse micronutriente em condições adequadas reduz o vigor vegetativo por aumentar a fixação de frutos na planta e o rendimento do pomar, ocasionando maior diferenciação de primórdios florais para a produção do ciclo seguinte como um resultado da menor necessidade de distribuição de assimilados entre a planta.

Pelo fato do boro estar envolvido direta e indiretamente nos processos relacionados à floração e frutificação, o pomar em estudo provavelmente não apresentou a produtividade potencial que expressaria se não possuísse deficiência desse micronutriente (Apêndice 8). No entanto, mesmo com carência de boro, três dos cinco genótipos de pereiras europeias acompanhadas exibiram uma supersafra em 2009/2010. Em virtude dos aspectos até aqui levantados, os maiores gargalos relacionados com a queda produtiva foram a reduzida intensidade de floração pela ocorrência de abortamento dos primórdios

florais (Tabela 20); a deficitária polinização de diversos genótipos em virtude da falta de coincidência de floração com polinizadoras que sejam, prioritariamente, compatíveis (Tabelas 22 e 23); e a ocorrência de supersafras pontuais que inibem a diferenciação dos primórdios florais nos ciclos subsequentes (Tabelas 5 e 7).

Mesmo sendo realizado o raleio manual dos frutos em 2009/2010 não se atingiu a retirada de quantidade satisfatória para evitar a alternância de produção nas safras vindouras. Webster (2002) e Dussi (2010) já haviam descrito sobre a dificuldade de prever a adequada manutenção de frutos nas pereiras por ocasião do raleio, manual ou químico, sem comprometer as produções futuras e a qualidade da safra atual, tanto em calibre final como pela maturação apropriada.

Conforme o zoneamento agroclimático da cultura da pereira europeia, São Francisco de Paula pertence à Zona 3, região apta ao plantio das cultivares ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’ e ‘Rocha’. Contudo, o cultivo de ‘Santa Maria’ não foi recomendado para esta região, apenas para locais de maior acúmulo de frio hibernal, e ‘William’s’, genótipo que não entrou na lista das cultivares recomendadas ao cultivo no Estado do RS (WREGGE *et al.*, 2006).

A ocorrência de duas florações – verificada em ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Santa Maria’, sendo os dois primeiros genótipos recomendados para cultivo em São Francisco de Paula – pode ter causado um oneroso dispêndio energético que, a princípio, seria desnecessário. Entretanto, em alguns casos, como locais suscetíveis às geadas tardias e granizos primaveris ou em anos atípicos que ocorram essas adversidades climáticas, como é o caso do pomar em estudo, a ocorrência da segunda floração pode ser relevante para a produção de peras por ocasião do comprometimento da primeira floração e da frutificação dela decorrente.

Os dados de massa, diâmetro e firmeza de polpa dos frutos oriundos da primeira floração são apresentados na Tabela 25. Na Tabela 26 constam a quantificação e a massa

de sementes viáveis e inviáveis produzidos por esses frutos. As classificações quanto à fecundidade e tendência à ocorrência de partenocarpia considerando-se a formação de sementes viáveis nos frutos – conforme as escalas de, respectivamente, Nyéki e Soltész (1998) e Nyéki *et al.* (1998) – são exibidas na Tabela 27.

TABELA 25. Massa, diâmetro e firmeza dos frutos produzidos a partir da primeira floração de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’, ‘Rocha’, ‘Santa Maria’ e ‘William’s’. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012.

Cultivar	Massa Média do Fruto (g)		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
Abate Fetel	125,43 ab	- *	- *
Clapp’s Favourite	151,83 a A	146,78 ab AB	118,89 b B
Packham’s Triumph	152,60 a A	154,43 ab A	160,40 a A
Rocha	157,03 a A	125,30 b AB	101,54 b B
Santa Maria	114,81 b B	174,41 a A	109,36 b B
William’s	140,05 ab B	173,05 a A	164,86 a AB
CV (%)	20,74		
Cultivar	Diâmetro do Fruto (mm)		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
Abate Fetel	56,36 c	- *	- *
Clapp’s Favourite	61,83 ab A	64,04 bc A	54,72 b B
Packham’s Triumph	67,16 a A	69,46 a A	69,67 a A
Rocha	58,95 bc A	61,00 c A	55,91 b A
Santa Maria	55,72 c B	66,64 ab A	59,25 b B
William’s	63,65 ab AB	59,38 c B	67,15 a A
CV (%)	7,39		
Cultivar	Firmeza de Polpa (N)		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
Abate Fetel	57,9 bc	- *	- *
Clapp’s Favourite	59,7 bc B	82,9 a A	49,0 b C
Packham’s Triumph	76,5 a A	78,4 ab A	54,7 ab B
Rocha	65,5 b A	53,9 d B	60,1 a AB
Santa Maria	52,8 cd B	63,7 c A	33,3 c C
William’s	45,2 d B	70,7 bc A	52,1 ab B
CV (%)	13,52		

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo Teste de Tukey.

\* Ausência de produção de frutos.

TABELA 26. Quantidade e massa de sementes viáveis e inviáveis produzidas por fruto oriundo da primeira floração de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’, ‘Rocha’, ‘Santa Maria’ e ‘William’s’. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012.

Cultivar	Sementes Viáveis Fruto <sup>-1</sup> (n°)		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
Abate Fetel	0,0 d	- *	- *
Clapp’s Favourite	1,0 d A	2,7 c A	1,5 cd A
Packham’s Triumph	4,2 b A	4,8 bc A	4,2 ab A
Rocha	6,5 a A	5,2 b A	6,2 a A
Santa Maria	3,8 c A	2,8 c A	3,0 bc A
William’s	0,8 d B	9,7 a A	0,7 d B
CV (%)	52,48		
Cultivar	Sementes Inviáveis Fruto <sup>-1</sup> (n°)		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
Abate Fetel	10,0 a	- *	- *
Clapp’s Favourite	7,5 bc A	5,5 ab A	7,2 ab A
Packham’s Triumph	5,3 c A	4,2 b A	5,8 b A
Rocha	2,7 d A	3,8 b A	3,8 c A
Santa Maria	6,2 c A	7,2 a A	6,8 ab A
William’s	9,3 ab A	0,0 c B	8,7 a A
CV (%)	36,46		
Cultivar	Massa de Sementes Viáveis Fruto <sup>-1</sup> (g)		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
Abate Fetel	- **	- *	- *
Clapp’s Favourite	0,0330 b B	0,2765 b A	0,0861 c B
Packham’s Triumph	0,2385 a B	0,4108 a A	0,3738 a A
Rocha	0,2450 a A	0,2598 b A	0,2297 b A
Santa Maria	0,2155 a A	0,2143 bc A	0,1094 c A
William’s	0,0350 b A	0,1305 c A	0,1175 bc A
CV (%)	47,62		
Cultivar	Massa de Sementes Inviáveis Fruto <sup>-1</sup> (g)		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
Abate Fetel	0,0167 <sup>ns</sup>	- *	- *
Clapp’s Favourite	0,0221 A	0,0495 b A	0,0596 b A
Packham’s Triumph	0,0482 A	0,0849 b A	0,0472 b A
Rocha	0,0206 A	0,0593 b A	0,0349 b A
Santa Maria	0,0370 C	0,1848 a A	0,1143 a B
William’s	0,0302 B	- **	0,0992 a A
CV (%)	66,28		

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo Teste de Tukey. <sup>ns</sup> Não significativo na coluna. \* Ausência de produção de frutos. \*\* Ausência de produção de sementes dessa categoria.

TABELA 27. Fecundidade e tendência à ocorrência de partenocarpia em frutos oriundos da primeira floração de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’, ‘Rocha’, ‘Santa Maria’ e ‘William’s’. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012.

Cultivar	Fecundidade (n° Sementes Viáveis)		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
Abate Fetel	nula (0,0)	- *	- *
Clapp’s Favourite	muito baixa (1,0)	baixa (2,7)	baixa (1,5)
Packham’s Triumph	intermediária (4,2)	intermediária (4,8)	intermediária (4,2)
Rocha	alta (6,5)	alta (5,2)	alta (6,2)
Santa Maria	intermediária (3,8)	baixa (2,8)	baixa (3,0)
William’s	muito baixa (0,8)	alta (9,7)	muito baixa (0,7)
Cultivar	Tendência à Partenocarpia (% sem Sementes Viáveis)		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
Abate Fetel	muito alta (100,00)	- *	- *
Clapp’s Favourite	muito alta (50,00)	ausente (0,00)	alta (16,67)
Packham’s Triumph	ausente (0,00)	ausente (0,00)	alta (16,67)
Rocha	ausente (0,00)	ausente (0,00)	ausente (0,00)
Santa Maria	alta (16,67)	alta (16,67)	ausente (0,00)
William’s	muito alta (66,67)	ausente (0,00)	muito alta (66,67)

\* Ausência de produção de frutos.

‘Packham’s Triumph’ foi a única cultivar que no decorrer dos anos não apresentou variação na massa e diâmetro de seus frutos, mesmo apresentando superior frutificação efetiva, índice de frutos remanescentes e produtividade na colheita 2009/2010 do que nas duas safras subsequentes (Tabelas 20 e 24). Os frutos apresentaram intermediária fecundidade e não variaram, entre as diferentes safras, em quantidade média de sementes viáveis e inviáveis produzidas por fruto, porém a massa total das sementes viáveis foi maior em 2010/2011 e 2011/2012 do que em 2009/2010. Essa tendência ao aumento da massa de sementes viáveis por fruto foi acompanhada da diminuição da frutificação efetiva, produtividade, quantidade e massa total de frutos retidos por planta no momento da colheita (Tabelas 20 e 24).

Conforme Floss (2011) ocorre o aumento das giberelinas endógenas no embrião e no endosperma, sendo mantido esse alto nível de concentração através do desenvolvimento

do fruto e das sementes viáveis. Em virtude da baixa produção em 2010/2011 e 2011/2012 pode ter havido uma maior concentração de giberelinas por fruto, promovendo o incremento do desenvolvimento e da massa total de sementes viáveis.

A produção de grande carga de frutos por planta em uma safra proporciona grande formação de sementes viáveis e, conseqüentemente, o aumento do nível endógeno de giberelinas. Esse fitorregulador ocasiona a inibição da indução floral nas gemas em formação e, conseqüentemente, a alternância de produção na safra consecutiva (LUZ *et al.*, 2012a). Além da quantidade de sementes viáveis e elevada carga de frutos desde a frutificação efetiva (Tabela 20) incidindo sobre a diferenciação floral (Tabela 5) de ‘Packham’s Triumph’ em 2009/2010 e afetando a produção do ciclo seguinte, a grande massa total de sementes viáveis na safra 2010/2011 também pode ter ocasionado o aumento da concentração endógena de giberelinas a ponto de também reduzir a emissão de flores por inflorescência e promover a alternância produtiva durante 2011/2012.

Nos dois primeiros anos não houve a formação de frutos sem sementes viáveis e em 2011/2012 esse genótipo apresentou alta tendência à produção partenocárpica, indicando que nessa floração muitos frutos que não foram fertilizados mantiveram-se aderidos às plantas até o momento da colheita. Segundo Nyéki *et al.* (1994), ‘Packham’s Triumph’ apresenta baixa tendência à ocorrência de partenocarpia, o que reforçaria a hipótese da deficiente fecundação de algumas flores pelas polinizadoras.

A autopolinização, inclusive pela polinização por gametófitos incompatíveis de outras cultivares, induz à maior produção de frutos partenocárpicos (MORIYA *et al.*, 2005), assim como condições de alta temperatura ambiental (SALAYA, 2000). A elevada formação de frutos partenocárpicos em 2011/2012 pode ter ocorrido em virtude da plena floração das semicompatíveis ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Santa Maria’ terem sido concomitantes, respectivamente, com o início e o final da plena floração de ‘Packham’s Triumph’ em ano de maior acúmulo de graus-dia, enquanto que em 2010/2011, em que foi

registrado um regime térmico mais ameno, ambas as polinizadoras tiveram a plena floração concentrada apenas na fase inicial da floração da receptora (Tabelas 21 e 22).

Conforme a literatura, os frutos de ‘Packham’s Triumph’ são grandes, atingindo a massa média de 270 g e 75 mm de calibre (BENÍTEZ, 2001; MACHADO *et al.*, 2012; SENASA, 2013), valores não alcançados em nenhuma safra em São Francisco de Paula mesmo obtendo intermediária fecundidade. Em oito anos de avaliação no Planalto de Santa Catarina, ‘Packham’s Triumph’ produziu frutos com massa média de 268 g (RIBEIRO *et al.*, 1991). Nas condições do Planalto Superior da Serra do Nordeste do Rio Grande do Sul, esse genótipo foi descrito como produtor de frutos com 170 g a 210 g em Veranópolis (SIMONETTO & GRELLMANN, 1999), massa ainda acima da média exibida no presente experimento, porém com o valor mínimo mais aproximado da realidade local.

Rufato *et al.* (2011a) descreveram que ‘Packham’s Triumph’, sob condições de polinização aberta em pomar situado em Vacaria, produziram, em média, frutos com 8,2 sementes viáveis, enquanto que nas condições do presente experimento, essa cultivar chegou a ter no máximo 4,8 sementes viáveis em 2010/2011, o que poderia ser a causa da formação de frutos pequenos e de reduzida massa. No entanto, a autopolinização e o cruzamento com a semicompatível ‘Clapp’s Favourite’ no pomar cultivado em Vacaria originaram a formação de, respectivamente, apenas 3,3 e 2,3 sementes viáveis, sem que a massa e o diâmetro dos frutos oriundos das polinizações direcionadas diferissem dos de polinização aberta.

Mesmo com maior frutificação efetiva, índice de frutos remanescentes e produtividade na colheita de ‘Clapp’s Favourite’ em 2009/2010 do que nas duas safras subsequentes (Tabelas 20 e 24), a menor retenção de frutos e o reduzido rendimento do pomar não foram suficientes para assegurar ao menos a manutenção do diâmetro e da massa média do fruto durante a safra 2011/2012. Em nenhum dos três anos atingiu-se a média de frutos com as 170 g citadas pela literatura (BENÍTEZ, 2001; MACHADO *et al.*,

2012; SENASA, 2013), porém na safra 2010/2011 chegou-se ao valor aproximado dos 65 mm de calibre indicados pela mesma revisão, mantendo a massa média e diâmetro dos frutos similares aos produzidos na safra 2009/2010.

‘Clapp’s Favourite’, além do reduzido número de sementes viáveis exibido nos três anos, produziu pequena massa total de sementes viáveis por fruto em 2009/2010 e 2011/2012. Mesmo com a pequena quantidade de sementes viáveis formadas no primeiro ano, ‘Clapp’s Favourite’ apresentou alta retenção de frutos desde a frutificação efetiva até a colheita (Tabela 20). Na safra seguinte, esse genótipo exibiu reduzida emissão de flores (Tabela 5) e frutificação efetiva (Tabela 20), evidenciando uma alternância produtiva (Tabela 24) provavelmente em resposta à supersafra ocorrida no ano anterior. No entanto, devido ao aumento da massa de sementes viáveis contidas por fruto em 2010/2011 foi possível manter a massa média e o diâmetro dos frutos tão elevados quanto em 2009/2010.

A emissão de flores por inflorescência foi intermediária aos demais anos em 2011/2012, sendo parcialmente regularizada, possivelmente, pela pequena produção de frutos no ano anterior, porém mesmo assim a frutificação efetiva e a produtividade permaneceram pequenas (Tabelas 5, 20 e 24). A diferenciação floral não foi totalmente regularizada em 2011/2012 pela maior massa das sementes viáveis produzidas por fruto de ‘Clapp’s Favourite’ em 2010/2011, como também verificado em ‘Packham’s Triumph’ no mesmo ano e na safra seguinte. A grande massa total de sementes viáveis pode ter possibilitado o aumento dos níveis endógenos de giberelinas, novamente inibindo a diferenciação floral e ocasionando a manutenção da alternância produtiva em 2011/2012.

Jaumién *et al.* (1986) já haviam verificado pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’ cultivadas na Polônia, país de provável surgimento de *P. communis* durante o Plioceno (ALDASORO *et al.*, 2005), apresentando o fenômeno de irregularidade produtiva por dois anos em decorrência da elevada produtividade obtida na primeira safra. A escassez produtiva bianual também foi verificada no presente experimento em São Francisco de

Paula, sendo provavelmente uma característica comportamental inerente a esse genótipo conforme anteriormente sugerido no outro trabalho (JAUMIÉN *et al.*, 1986).

A emissão de floração secundária em ‘Clapp’s Favourite’ (Tabela 7) pode ter representado um oneroso dispêndio energético, colaborando para a manutenção da alternância produtiva e também sofrendo influências na diferenciação das suas flores em virtude da frutificação oriunda da primeira floração. Além disso, na complexidade de fatores que envolvem a segunda floração podem ser incluídas a elevada frequência e diversidade de anomalias florais detectadas (Tabela 12), as quais provavelmente reduziram a formação dos frutos dela oriundos. Contudo, os frutos emitidos da floração secundária que se mantiverem fixados passaram a interferir também na diferenciação floral das gemas florais que estavam sendo formadas para a floração da safra seguinte.

Os frutos de ‘Clapp’s Favourite’ apresentaram muito baixa fecundidade em 2009/2010, passando para baixa fecundidade em 2010/2011 e 2011/2012. A polinizadora compatível ‘Santa Maria’, além de reduzida germinação dos tubos polínicos (Tabela 17), exibiu uma defasagem entre a sua plena floração e a floração da receptora ‘Clapp’s Favourite’ conforme acompanhamento fenológico realizado em 2010/2011 e 2011/2012 (Tabela 22), ocasionando a produção de pequena quantidade de sementes viáveis por fruto em ambas as safras.

A ocorrência de partenocarpia em frutos de ‘Clapp’s Favourite’ foi bastante variável. Em 2009/2010, a tendência à formação de frutos sem sementes viáveis foi muito alta. Conforme acompanhamento fenológico realizado nos dois anos subsequentes, a característica de tendência à formação de frutos partenocárpicos esteve fortemente relacionada à falta de sincronia de floração com o genótipo provedor de gametófitos masculinos (Tabela 22). A polinizadora compatível ‘Santa Maria’ esteve em plena floração quando ‘Clapp’s Favourite’ entrou na fase de encerramento da floração em 2010/2011,

fornecendo grãos de pólen ainda em período compatível com a receptividade de alguns estigmas florais, o que impediu a formação de frutos partenocárpicos.

No ano seguinte, a plena floração da polinizadora ‘Santa Maria’ ocorreu um dia após o final da floração da receptora. Segundo Nyéki *et al.* (1994), em condições naturais, ‘Clapp’s Favourite’ apresenta muito baixa tendência à ocorrência de partenocarpia. No presente experimento, porém, a abreviada disponibilidade de grãos de pólen em período hábil para adequada fertilização na floração de 2011/2012 impediu a fecundação de muitas flores, ocasionando alta frutificação partenocárpica.

Um intrigante aspecto observado foi que mesmo com a classificação de muito baixa fecundidade e muito alta tendência à formação de frutos partenocárpicos em ‘Clapp’s Favourite’ durante 2009/2010, características que poderiam ter sido muito restritivas quanto à morfologia e qualidade final dos frutos (LUZ *et al.*, 2012a), estes exibiram maior massa e diâmetro do que aqueles pertencentes às categorias de baixa fecundidade e alta predisposição à partenocarpia produzidos em 2011/2012 (Tabela 25). Foi verificado que ‘Clapp’s Favourite’ diferenciou menor quantidade de pistilos por flor e com maior comprimento em 2011/2012 do que nas florações dos dois anos anteriores, assim como superior comprimento das anteras produzidas no terceiro ano do que em 2009/2010 (Tabela 9). Segundo Salaya (2000), a partenocarpia é comum especialmente em condições de alta temperatura ambiental e vigor floral. Os maiores desenvolvimentos dos verticilos do androceu e do gineceu indicam ter ocorrido grande vigor nas flores emitidas por ‘Clapp’s Favourite’ durante 2011/2012, ano em que houve elevada disponibilidade de graus-dia durante as classes fenológicas de broto de flor e floração (Tabela 21), contribuindo para a formação de frutos partenocárpicos. Conforme anteriormente relatado, os frutos sem sementes viáveis tendem a ter sua morfologia alterada (LUZ *et al.*, 2012a), com a diminuição em massa e calibre, alterações também verificadas na safra 2011/2012.

A menor diferenciação dos pistilos em 2011/2012 também foi fundamental para a diminuição da massa e do calibre dos frutos por, possivelmente, comprometer a quantidade final de carpelos. Conseqüentemente, a quantidade potencial de rudimentos seminiais a serem fertilizados também seria reduzida, o que originaria menor quantidade de sementes viáveis, as quais são responsáveis pela morfologia e fixação dos frutos (WEBSTER, 2002; LUZ *et al.*, 2012a).

A diminuição da quantidade de pistilos formados por flor ocorreu no mesmo ano em que houve a diminuição na massa seca das gemas florais de ‘Clapp’s Favourite’ (Tabela 3), as quais podem ter apresentado alterações das reservas disponíveis para a formação floral e interferido na diferenciação do verticilo floral do gineceu. A ausência do uso de superador de dormência e de irrigação, a deficiência de nitrogênio em pós-colheita, a alta severidade de entomosporiose e as baixas temperaturas mínimas mensais no final do ciclo 2010/2011 (Apêndice 1) estão entre os fatores que provavelmente promoveram a redução da massa seca da gema floral e da diferenciação do verticilo floral do gineceu para a floração em 2011/2012.

Segundo Benítez (2001), Machado *et al.* (2012) e SENASA (2013), ‘Abate Fetel’ produz frutos de 272 g e calibre de 65 mm, porém em 2009/2010 foram produzidos frutos com metade da massa indicada para a cultivar e 9 mm a menos de diâmetro. Os frutos de ‘Abate Fetel’ não exibiram sementes viáveis em 2009/2010, apresentando fecundidade nula conforme escala de Nyéki e Soltész (1998) e muito alta tendência à partenocarpia (NYÉKI *et al.*, 1998). Nos anos seguintes, as plantas foram improdutivas e a análise comparativa dessa cultivar foi comprometida.

A reduzida produtividade em 2009/2010 e a inexistência de produção em 2010/2011 e 2011/2012 fizeram com que ‘Abate Fetel’ diferenciasse maior quantidade de flores por inflorescência do que os demais genótipos durante os três anos (Tabela 5). Ainda assim, ‘Abate Fetel’ também exibiu menor diferenciação floral em 2011/2012,

provavelmente em virtude da redução de reservas e alterações da diferenciação floral decorrentes da reduzida matéria seca acumulada em suas gemas florais (Tabela 2) por questões de manejo anteriormente discutidas.

A inexistência de cultivares com floração coincidente para fecundar ‘Abate Fetel’ (Tabela 22) ocasionou a ausência de sementes viáveis, o que provavelmente propiciou a formação de frutos mais leves e de menor calibre do que o indicado como média para esse genótipo (BENÍTEZ, 2001; MACHADO *et al.*, 2012; SENASA, 2013). A ausência de fertilização também comprometeu a produtividade, causando a menor frutificação efetiva e índice de frutos retidos até a colheita dentre todas as cultivares analisadas (Tabela 20). Conforme Luz *et al.* (2012a), as auxinas, giberelinas e compostos orgânicos sintetizados pelas sementes viáveis, além de atuarem na redução da queda de frutos, desempenham importantes funções na fase inicial de desenvolvimento dos frutos durante a divisão e multiplicação celular. As sementes viáveis acabam colaborando também na regulação de carga de frutos na pré-colheita e no controle do vigor vegetativo das pereiras. Segundo Webster (2002), a produção de frutos com menos de quatro sementes ou de origem partenocárpica, caso de ‘Abate Fetel’ que produziu somente sementes inviáveis, são mais suscetíveis à abscisão e queda prematura.

Quando não ocorre a fertilização, o tecido do receptáculo adjacente ao lóculo onde não ocorreu o desenvolvimento de sementes viáveis deforma-se devido à ausência de fitorreguladores e fatores de crescimento, comprometendo o volume e a qualidade do fruto produzido (LUZ *et al.*, 2012a). Alterações no padrão dos frutos de ‘Abate Fetel’ também foram verificadas nesse estudo em 2009/2010, tendo exibido redução no calibre final e metade da massa indicada como média para essa cultivar (BENÍTEZ, 2001; MACHADO *et al.*, 2012; SENASA, 2013). A emissão da segunda floração por ‘Abate Fetel’ (Tabela 6) provavelmente também interferiu no resultado final do padrão dos frutos oriundos da primeira floração em virtude da necessidade de partição de fotoassimilados entre ambos os

drenos, desde a diferenciação dos primórdios florais de segunda floração até a frutificação dela decorrente.

A grande carga de frutos remanescentes na colheita e a elevada produtividade de ‘Santa Maria’ em 2009/2010 (Tabelas 20 e 24) ocasionaram a produção de frutos pequenos e leves. Contudo, da mesma forma que em ‘Clapp’s Favourite’, houve similar diminuição em massa e calibre dos frutos no primeiro e último anos mesmo com pequena frutificação efetiva e reduzido rendimento na safra 2011/2012. Segundo Machado *et al.* (2012), os frutos de ‘Santa Maria’ apresentam massa média de 255 g e 83 mm de largura. O padrão dos frutos produzidos por esse genótipo em São Francisco de Paula foi muito abaixo do indicado, com até, dentre os três anos de avaliação, 145 g a menos de massa e o calibre reduzido em 27 mm.

Assim como verificado em ‘Clapp’s Favourite’, a floração secundária em ‘Santa Maria’ (Tabela 7) também pode ter sido responsável por um dispendioso consumo de fotoassimilados, contribuindo para a manutenção da alternância produtiva e ainda assim ter sofrido influência da frutificação oriunda da floração primária durante a diferenciação dos seus primórdios florais. A diversidade e frequência de alterações florais também foram superiores na emissão secundária de flores (Tabela 12) diminuindo, possivelmente, a frutificação dela oriunda. No entanto, os frutos emitidos da floração secundária provavelmente podem, igualmente a ‘Clapp’s Favourite’, ter interferido na diferenciação e produção das gemas florais responsáveis pela floração da safra seguinte.

A fecundidade em frutos de ‘Santa Maria’ foi intermediária em 2009/2010 e baixa nos anos seguintes. Mesmo havendo coincidência do início da floração da receptora com a plena floração da polinizadora compatível ‘Clapp’s Favourite’ em 2010/2011 e 2011/2012 (Tabela 22), genótipo que desempenhou grande capacidade produtora de grãos de pólen viáveis (Tabelas 15 e 17), foi verificado a redução da produção de sementes viáveis pela classificação de Nyéki e Soltész (1998). A disponibilidade de gametófitos masculinos

compatíveis em um dos períodos da floração recomendados por Sousa (2010) sem surtir em maior fecundação indica ter ocorrido uma diminuição na fertilidade natural das flores. Em 2010/2011 ocorreu menor diferenciação floral do que em 2011/2012, ambos os anos com menor emissão floral por inflorescência do que em 2009/2010 (Tabela 5), possivelmente contribuindo para a menor fecundidade nas últimas safras.

A tendência à ocorrência de partenocarpia foi alta nos dois primeiros anos, quando ‘Santa Maria’ obteve elevada frutificação efetiva e produtividade (Tabelas 20 e 24), e ausente na última safra, condição em que o rendimento produtivo decaiu. Conforme verificado por Sanzol e Herrero (2007), o aumento da produção de frutos partenocárpicos pode ser originado da maior fertilidade natural das flores, o que provavelmente ocorreu em 2009/2010 quando ‘Santa Maria’ exibiu a máxima diferenciação floral (Tabela 5). A maior fertilidade natural das flores, a intermediária fecundidade e a alta produção de sementes viáveis por fruto, conforme escala de Nyéki e Soltész (1998), asseguraram elevada frutificação e produtividade na primeira safra acompanhada.

A partenocarpia também pode ocorrer em condições de alta temperatura ambiental e vigor de flores (SALAYA, 2000). Foi verificado elevado acúmulo de graus-dia durante a classe fenológica de broto de flor (Tabela 21) e a produção de inflorescências e flores de maior massa em 2010/2011 (Tabela 5), aspectos que podem ter favorecido a alta formação de frutos partenocárpicos nessa safra. A menor carga final de frutos provavelmente possibilitou a melhor partição de fotoassimilados em 2010/2011, garantindo a manutenção da massa total de frutos retidos nas plantas em relação à safra 2009/2010 mediante o aumento da massa média e calibre dos frutos (Tabelas 20, 24 e 25).

Segundo Luz *et al.* (2012a), a floração pode ser estendida quando as pereiras não são expostas à quantidade de frio suficiente durante o repouso hibernar, reduzindo seu potencial para adequada polinização e fecundação. Em 2011/2012 houve elevado acúmulo de frio hibernar durante o processo de endodormência (Apêndice 2) e posterior maior

somatório de graus-dia durante a floração (Tabela 22), ocorrendo reduzida duração da floração. Desse modo, o tempo para o adequado fornecimento de grãos de pólen da compatível ‘Clapp’s Favourite’ à receptora ‘Santa Maria’ foi reduzido, porém as condições ambientais possivelmente foram mais favoráveis à polinização e fertilização das flores de tal modo que não foram detectados frutos partenocárpico produzidos nessa safra.

No entanto, a fecundidade dos frutos produzidos em 2011/2012 foi tão baixa quanto no ano anterior, em que foi detectada a ocorrência de menor disponibilidade de Unidades de Frio e inferior acúmulo térmico de graus-dia na floração. Pela complexidade inerente aos processos de diferenciação floral, fertilização, frutificação efetiva e retenção de frutos até a safra, apenas condições climáticas favoráveis não asseguraram um elevado rendimento na safra 2011/2012 de ‘Santa Maria’. Foram detectadas alterações na diferenciação floral mesmo depois de pequena produtividade obtida na safra 2010/2011, possivelmente em decorrência da reduzida matéria seca acumulada em suas gemas florais (Tabelas 2 e 5), havendo alta incidência de abortamento das gemas florais e formação de pequena quantidade de flores, fertilidade natural e formação de sementes viáveis, ocasionando a diminuição da frutificação efetiva e da produtividade (Tabelas 20 e 24).

‘Rocha’ não exibiu alterações no calibre de seus frutos no decorrer dos três anos, nem sequer em 2009/2010 quando expressou a máxima emissão de flores por inflorescência e a redução da quantidade de pistilos diferenciados por flor (Tabelas 5 e 9). Mesmo com inferior diferenciação do verticilo do gineceu na floração de 2009/2010, os frutos de ‘Rocha’ atingiram 157 g de massa média na safra, valor acima do considerado como média para as condições de cultivo em Portugal, que corresponde à 130g (ANP, 2013). Cabe salientar que nessa safra as plantas eram novas e, provavelmente, tinham menor carga de frutos. A elevada massa média foi mantida até 2010/2011 e na safra 2011/2012, assim como verificado em ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Santa Maria’, foi detectada a redução da massa média dos frutos produzidos por ‘Rocha’.

Os frutos de ‘Rocha’ conservaram as características de alta fecundidade e nula tendência à ocorrência de partenocarpia no decorrer das distintas safras. O aumento do vigor floral, conforme detectadas maiores massas de inflorescência e de flor em 2010/2011 (Tabela 5), ou mesmo de elevada fertilidade natural como verificado com a maior emissão de flores por inflorescência em 2009/2010 (Tabela 5), aspectos levantados por, respectivamente, Salaya (2000) e Sanzol e Herrero (2007) como promotores da produção de frutos partenocárpicos, não propiciaram a formação de frutos exclusivamente por sementes inviáveis em pereiras europeias ‘Rocha’.

Embora os frutos de ‘Rocha’ tenham exibido grande formação de sementes viáveis em todas as safras, esse genótipo produziu frutos de menor dimensão do que os 64 mm indicados por Sousa (2010) como padrão para cultivo em Portugal, país onde surgiu, por mutação espontânea, essa cultivar. A alta fecundidade de ‘Rocha’ indica poder haver uma promissora fixação de frutos da frutificação efetiva à colheita, características não avaliadas em virtude da reduzida idade das plantas no momento de implantação experimental. No entanto, esse mesmo atributo pode vir a comprometer as safras futuras caso não sejam realizadas práticas para controlar a carga de frutos em virtude da alternância produtiva, fenômeno em que os altos níveis endógenos de giberelinas produzidos por sementes viáveis inibem a indução dos primórdios florais (DUSSI, 2010). A grande produção de sementes viáveis nos frutos de ‘Rocha’ ( $S_{101}S_{105}$ ) indicam ter ocorrido adequada fertilização pela, segundo Goldway *et al.* (2009), semicompatível ‘Packham’s Triumph’ ( $S_{101}S_{103}$ ), único genótipo implantado com a finalidade de doar grãos de pólen a esse genótipo (item “3.1” - Caracterização da área experimental).

‘William’s’ produziu frutos de pequena massa em 2009/2010, safra em que obteve a maior produtividade dos três anos (Tabela 24). Em 2010/2011, mesmo com tão elevada massa média do que na safra subsequente, os frutos apresentaram pequeno calibre quando comparados aos obtidos na colheita de 2011/2012. Independente da safra, esse genótipo

produziu frutos muito mais leves em São Francisco de Paula do que as 230 g indicadas pela literatura (BENÍTEZ, 2001; MACHADO *et al.*, 2012; SENASA, 2013), porém em 2009/2010 apresentaram frutos com valor aproximado dos 65 mm indicados como calibre médio dos frutos produzidos nos pomares da Argentina, e até os excederam em 2011/2012. ‘William’s’ produziu frutos com 240 g de massa média pelo acompanhamento de oito safras nas condições edafoclimáticas de São Joaquim (RIBEIRO *et al.*, 1991). Simonetto e Grellmann (1999) verificaram que esse genótipo, nas condições de Veranópolis, produz frutos com massa variando entre 130 g e 170 g, faixa dentro da qual ‘William’s’ se manteve no decorrer dos três anos de avaliação.

A fecundidade dos frutos de ‘William’s’ foi, cronologicamente para as safras, muito baixa, alta e muito baixa. Do mesmo modo, a tendência à partenocarpia foi alternante. Conforme as categorias da classificação empregada, ‘William’s’ mostrou-se muito altamente suscetível no primeiro ano, não suscetível no segundo e no último ano foi novamente muito altamente suscetível. Em 2009/2010, ‘William’s’ produziu grande quantidade de flores por inflorescência (Tabela 5), formou muito poucas sementes viáveis por fruto, as quais foram insuficientes para manter a retenção dos frutos até a colheita e promover o aumento da massa média dos frutos, inclusive com a verificação de grande formação de frutos partenocárpicos, propiciando a menor produtividade das cultivares acompanhadas (Tabelas 20 e 24).

Em 2010/2011, ‘William’s’ manteve grande emissão de flores por inflorescência e todas as sementes formadas eram viáveis em virtude da coincidência do início da sua floração com a plena floração da polinizadora semicompatível ‘Packham’s Triumph’ (Tabelas 5 e 22). A obtenção de êxito na fecundação dos frutos da safra 2010/2011 garantiu elevada frutificação efetiva, retenção de frutos até a colheita, quantidade e massa total de frutas produzidas por planta e produtividade (Tabelas 20 e 24). Os frutos

apresentaram grande massa média, contudo exibiram redução do calibre em relação aos obtidos nos frutos da safra 2011/2012, o que lhes conferiu um formato mais alongado.

No terceiro ano, ‘William’s’ teve o maior abortamento de gemas florais e, em virtude da supersafra ocorrida em 2010/2011, a menor emissão de flores por inflorescência dos três anos (Tabelas 5 e 20), embora esta tenha sido relativamente alta quando comparada às das demais cultivares. O início da floração de ‘William’s’ ocorreu um dia após o final da floração de ‘Packham’s Triumph’ e novamente ocasionou a formação de reduzido número de sementes viáveis, comprometendo a frutificação efetiva e a retenção dos frutos até a colheita (Tabelas 20 e 22). Tanto a quantidade como a massa total de frutos produzidos por planta foram menores do que as verificadas na safra 2010/2011, porém os frutos alcançaram maior calibre na colheita em 2011/2012.

Salaya (2000) descreveu ‘William’s’ como capaz de frutificar sem sementes viáveis e que a produção de sementes viáveis em frutos deste genótipo durante outros anos pode reduzir a indução da formação dos primórdios florais do ano subsequente, e, assim, a produção, informações que corroboram com as análises obtidas nas últimas duas safras averiguadas nas condições edafoclimáticas de São Francisco de Paula. Ainda, segundo Nyéki *et al.* (1994), esse genótipo apresenta muito baixa tendência à ocorrência de partenocarpia em condições naturais, porém sem a coincidência de floração com a cultivar polinizadora no presente experimento, ocasionou muito alta formação de frutos partenocárpicos em 2011/2012.

As amostras de todos os genótipos foram coletadas em período imediatamente anterior à execução da colheita das cultivares mais precoces, em 29/12/2009, 14/01/2011 e 09/01/2012 (metodologia descrita no item “e” sobre Variáveis produtivas avaliadas no Experimento 1). Os índices de coloração ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ) da epiderme verde dos frutos e os parâmetros de avaliação química – teor de sólidos solúveis (SS), pH, acidez titulável (AT)

e razão sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT) – na época de colheita dos genótipos mais precoces são apresentados, respectivamente, nas Tabelas 28 e 29.

TABELA 28. Índices de coloração L\*, a\* e b\* da epiderme verde dos frutos de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’, ‘Rocha’, ‘Santa Maria’ e ‘William’s’. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012.

Cultivar	Epiderme Verde					
	L*					
	2009/2010		2010/2011		2011/2012	
Abate Fetel	57,21	c	-	*	-	*
Clapp’s Favourite	63,49	ab B	65,09	ab AB	70,31	<sup>ns</sup> A
Packham’s Triumph	58,55	bc C	62,15	b B	67,25	A
Rocha	65,32	a B	66,76	a AB	69,41	A
Santa Maria	64,26	ab B	68,19	a A	70,35	A
William’s	61,58	b B	62,90	b B	67,31	A
CV (%)						4,38

Cultivar	Epiderme Verde					
	a*					
	2009/2010		2010/2011		2011/2012	
Abate Fetel	-9,82	a	-	*	-	*
Clapp’s Favourite	-17,98	d A	-17,66	c A	-16,06	b A
Packham’s Triumph	-15,46	cd A	-17,10	c A	-15,11	b A
Rocha	-12,12	ab B	-8,46	a A	-10,64	a AB
Santa Maria	-16,97	d AB	-19,21	c B	-14,91	b A
William’s	-12,75	bc A	-13,86	b AB	-16,05	b B
CV (%)						16,31

Cultivar	Epiderme Verde					
	b*					
	2009/2010		2010/2011		2011/2012	
Abate Fetel	40,48	bc	-	*	-	*
Clapp’s Favourite	42,88	a B	44,88	a AB	46,89	a A
Packham’s Triumph	42,15	ab B	44,52	a A	42,08	bc B
Rocha	38,70	c B	41,68	b A	43,51	bc A
Santa Maria	42,54	a B	45,12	a A	44,04	b AB
William’s	43,49	a A	42,21	b AB	41,36	c B
CV (%)						4,16

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo Teste de Tukey. <sup>ns</sup> Não significativo na coluna. \* Ausência de produção de frutos.

TABELA 29. Teor de sólidos solúveis, pH, acidez titulável e razão entre sólidos solúveis e acidez titulável dos frutos de pereiras europeias ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’, ‘Rocha’, ‘Santa Maria’ e ‘William’s’. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012.

Cultivar	SS (°Brix)					
	2009/2010		2010/2011		2011/2012	
Abate Fetel	11,10 a		-		-	
Clapp’s Favourite	11,88 a	B	12,51 a	B	14,28 b	A
Packham’s Triumph	11,38 a	B	11,15 b	B	15,28 ab	A
Rocha	11,38 a	B	11,43 b	B	15,33 a	A
Santa Maria	8,78 b	C	10,03 c	B	14,98 ab	A
William’s	11,45 a	B	11,15 b	B	14,85 ab	A
CV (%)	6,04					
Cultivar	pH					
	2009/2010		2010/2011		2011/2012	
Abate Fetel	4,50 a		-		-	
Clapp’s Favourite	4,17 ab	A	4,05 ab	A	4,18 ab	A
Packham’s Triumph	2,82 c	B	3,73 bc	A	3,71 c	A
Rocha	4,40 a	A	4,37 a	A	4,49 a	A
Santa Maria	3,81 b	A	3,83 bc	A	3,85 abc	A
William’s	3,89 b	A	3,62 c	A	3,83 bc	A
CV (%)	6,82					
Cultivar	AT (g L <sup>-1</sup> )					
	2009/2010		2010/2011		2011/2012	
Abate Fetel	2,0 bc		-		-	
Clapp’s Favourite	1,9 bc	B	2,9 c	A	2,8 d	A
Packham’s Triumph	3,9 a	B	3,7 b	C	6,2 a	A
Rocha	1,6 c	B	2,0 d	A	2,1 e	A
Santa Maria	2,2 b	B	3,8 a	A	3,7 c	A
William’s	3,0 a	C	3,7 ab	B	5,3 b	A
CV (%)	8,51					
Cultivar	SS/AT					
	2009/2010		2010/2011		2011/2012	
Abate Fetel	5,5 b		-		-	
Clapp’s Favourite	6,5 a	A	4,3 a	B	5,2 b	B
Packham’s Triumph	4,1 c	B	3,0 b	A	2,4 d	C
Rocha	7,2 a	A	5,7 a	B	7,2 a	A
Santa Maria	4,1 c	A	2,6 b	B	4,0 c	A
William’s	3,8 c	A	3,0 b	AB	2,8 d	B
CV (%)	15,92					

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo Teste de Tukey.

\* Ausência de produção de frutos.

Os frutos de ‘Abate Fetel’ atingiram os índices de coloração  $L^*$  57,21;  $a^*$  -9,82; e  $b^*$  40,48; o que correspondeu, respectivamente, à baixa luminosidade, cor de superfície mais próxima à tonalidade verde e cor de fundo tendente ao amarelo. Os frutos desse genótipo geralmente exibem epiderme de coloração verde com intensa influência de *russeting*, alcançando tonalidade próxima ao marrom (CALVO *et al.*, 2011), como também verificado nos frutos analisados.

A colheita de ‘Abate Fetel’ deve ser realizada quando os frutos atingem 11°Brix, acidez titulável de 2,5 g L<sup>-1</sup> a 3,0 g L<sup>-1</sup> de ácido málico e firmeza de polpa entre 54 N e 57 N (BENÍTEZ, 2001; HENDGES & SPÍNDOLA, 2012). Considerando-se os critérios de teor de sólidos solúveis e firmeza de polpa, as peras ‘Abate Fetel’ foram colhidas próximo à época adequada na safra 2009/2010, com 57,9 N (Tabela 25) e 11°Brix, já exibindo menor acidez titulável do que o recomendado, de 2,0 g L<sup>-1</sup> de ácido málico.

Segundo Benítez (2001), ‘Abate Fetel’ floresce de 16 a 20 de setembro nas condições locais da Patagônia argentina e é colhida dos 135 aos 138 dias após a plena floração, na primeira semana de fevereiro. Na Europa, ‘Abate Fetel’ apresenta floração em época intermediária a outros genótipos e necessita de 140 a 165 dias após a plena floração para completar o ciclo produtivo (WESTWOOD, 1993). A época de floração das pereiras ‘Abate Fetel’ cultivadas em pomares argentinos foi similar à verificada em São Francisco de Paula, onde ocorreu de 13 a 19 de setembro em 2010/2011 (Tabelas 21 e 22), sendo antecipada em dois dias e a sua duração reduzida em um dia na floração de 2011/2012. No entanto, os seus frutos já estavam maduros no final de dezembro na safra 2009/2010, indicando uma antecipação de, no mínimo, 30 dias em relação à época de colheita dos pomares cultivados na Argentina.

Conforme registros fenológicos de ‘William’s’ realizados durante 35 anos no norte da Patagônia argentina, a floração pode variar entre os dias 16 de setembro e 05 de outubro, apresentando como data média 26 de setembro (BENÍTEZ, 2001). Durante oito

anos de avaliação fenológica em São Joaquim, Planalto catarinense, a floração média ocorreu entre 29 de setembro e 17 de outubro, com colheita após 132 dias da plena floração, ocorrendo a maturação dos frutos entre 13 e 28 de fevereiro segundo Ribeiro *et al.* (1991). Em Veranópolis, com condições edafoclimáticas mais similares às do presente experimento, Simonetto e Grellmann (1999) também detectaram a floração desse genótipo na segunda quinzena de outubro, porém o período de floração em São Francisco de Paula foi mais semelhante ao registrado na Argentina por Benítez (2001), principalmente em 2011/2012. A floração ocorreu de 28 de setembro a 07 de outubro em 2010/2011 e no ano seguinte, com elevado acúmulo de frio hibernar (Apêndice 2) e em condições de maior somatório de graus-dia (Tabela 21), este período fenológico iniciou na mesma data e teve a sua duração reduzida em dois dias (Tabela 22).

O período entre a plena floração e a colheita de ‘William’s’ é intermediário a outros genótipos cultivados na Europa, levando de 115 a 135 dias para completá-lo (WESTWOOD, 1993), ou 106 dias nas condições da Patagônia argentina, local em que a safra ocorre por volta de 10 de janeiro (BENÍTEZ, 2001). Esse intervalo variou entre 98 dias na safra 2011/2012 e 99 dias na safra 2010/2011 para a coleta dos frutos em São Francisco de Paula, colhidos sem considerar a época ideal indicada pela literatura nacional, pois conforme informações de Simonetto e Grellmann (1999) e Embrapa (2007), ‘William’s’ completaria o ciclo apenas na primeira quinzena de fevereiro. Segundo Flores-Cantillano *et al.* (2003), a maturação desse genótipo seria um pouco mais precoce, ocorrendo 115 dias após a plena floração.

A colheita de ‘William’s’ é recomendada quando seus frutos atingem firmeza de polpa de 88 N a 93 N, teor de sólidos solúveis superior a 10°Brix e acidez titulável entre 3,0 g L<sup>-1</sup> e 4,0 g L<sup>-1</sup> de ácido málico (BENÍTEZ, 2001; HENDGES & ESPÍNDOLA, 2012). Apesar de essa ser a cultivar que mais tardiamente iniciou a floração (Tabela 22), teve a sua maturação bastante adiantada pelos referidos índices recomendados para a

realização da colheita (BENÍTEZ, 2001; HENDGES & ESPÍNDOLA, 2012). Os frutos de ‘William’s’ foram colhidos depois da época considerada adequada para o armazenamento durante as três safras considerando-se a análise de firmeza de polpa (Tabela 25), por exibirem valores inferiores aos recomendados entre o final de dezembro e a primeira quinzena de janeiro. Essas observações contrariam as indicações do período de colheita desse genótipo, em que foi apontado o final de janeiro e o início de fevereiro para a região Sul do Brasil (SIMONETTO & GRELLMANN, 1999; FLORES-CANTILLANO *et al.*, 2003; EMBRAPA, 2007).

O teor de sólidos solúveis atingido nos dois primeiros anos foi de 11°Brix, enquanto que em 2011/2012 a colheita de ‘William’s’ foi feita em maturação ainda mais avançada, pois os frutos alcançaram, em média de teor de sólidos solúveis, os 14°Brix. Por outro lado, características químicas alteradas na última safra foram a contrastante alta acidez titulável de 5,3 g L<sup>-1</sup> de ácido málico, a qual geralmente é comum aos frutos menos maduros (AWAD, 1993), e a decorrente reduzida relação SS/AT.

Segundo Villalobos-Acuña e Mitcham (2008), frutos de pereiras com maior acidez titulável e teor de sólidos solúveis são obtidos em regime térmico mais ameno e de menor amplitude térmica nas últimas seis semanas antes da colheita. No presente experimento, nesse período pré-colheita, as médias dos regimes térmicos diários variaram de 27,1°C a 17,3°C na safra 2009/2010; 25,9°C a 17,4°C em 2010/2011; e 25,6°C a 15,3°C em 2011/2012 (Apêndice 3). Possivelmente as temperaturas amenas e a menor amplitude térmica tenham contribuído para o maior teor de acidez titulável e acúmulo de sólidos solúveis nos frutos obtidos na safra 2011/2012.

A coloração da epiderme dos frutos de ‘William’s’ varia de verde a amarela com o avanço no amadurecimento, podendo apresentar tonalidade avermelhada na face exposta ao sol (BENÍTEZ, 2001; EMBRAPA, 2007; MACHADO *et al.*, 2012; SENASA, 2013). Atributos de coloração da epiderme na primeira referida face também evidenciaram

alterações na maturação dos frutos colhidos na safra 2011/2012, indicando um atraso na modificação da cor. O aumento de  $L^*$  e a redução de  $a^*$  e  $b^*$ , corresponderam, respectivamente, à maior luminosidade em 2011/2012 do que nas duas safras antecessoras, tendência à coloração de superfície mais verde e de fundo menos amarela do que na safra 2009/2010. O regime térmico mais ameno e de menor amplitude no período pré-colheita da safra 2011/2012 (Apêndice 3) pode ter contribuído para o atraso na alteração da coloração da epiderme dos frutos em relação à verificada na safra 2009/2010, em que os frutos foram colhidos em data anterior.

‘Clapp’s Favourite’ floresce em época mediana em relação às demais pereiras e leva de 105 a 130 dias após a plena floração para completar o ciclo na Europa (WESTWOOD, 1993). Nos vales irrigados da Patagônia argentina, a floração ocorre do final de setembro ao início de outubro e os frutos atingem a maturação ao chegarem aos 98 dias de idade, sendo colhidos entre os últimos dias de dezembro e a primeira semana de janeiro (BENÍTEZ, 2001). A floração ocorreu de 18 a 26 de setembro em 2010/2011 em São Francisco de Paula e foi reduzida em dois dias durante 2011/2012, acontecendo de 17 a 23 de setembro (Tabela 22) pelo maior acúmulo de frio hibernar (Apêndice 2) e somatório de graus-dia durante o seu desenvolvimento (Tabela 21). Em ambos os anos ficou evidenciada a antecipação fenológica local da floração em relação ao comportamento desse genótipo indicado por Benítez (2001) para as condições edafoclimáticas argentinas.

A colheita de ‘Clapp’s Favourite’ foi realizada 113 dias após a plena floração em 2010/2011 e 112 dias depois do mesmo estágio fenológico em 2011/2012, períodos mais extensos do que os verificados na Argentina para atingir o ponto de colheita adequado, com firmeza de polpa entre 64 N e 74 N e teor de sólidos solúveis de 10°Brix (BENÍTEZ, 2001). Pelo primeiro parâmetro, a colheita foi realizada precocemente em 2010/2011 e atrasada em 2009/2010 e 2011/2012 (Tabela 25), porém pelo índice de sólidos solúveis a safra poderia ter sido realizada anteriormente a todas as datas em que foram efetuadas.

Assim como verificado em ‘William’s’, ‘Clapp’s Favourite’ também exibiu alto teor de sólidos solúveis e acidez titulável na safra 2011/2012, ocasionando pequena razão SS/AT, provavelmente pela ocorrência de temperaturas mais amenas e de menor amplitude diária no período pré-colheita (Apêndice 3), como descrito por Villalobos-Acuña e Mitcham (2008).

A epiderme dos frutos de ‘Clapp’s Favourite’ geralmente apresenta-se bastante lisa, com coloração verde claro a amarelo limão e exibem uma face avermelhada com lenticelas evidentes (BENÍTEZ, 2001; MACHADO *et al.*, 2012). Embora o índice  $a^*$  da epiderme dos frutos ‘Clapp’s Favourite’ tenha se mostrado invariável no decorrer dos anos, foram verificados altos índices  $L^*$  e  $b^*$  em 2011/2012, evidenciando o aumento do brilho e da pigmentação de fundo amarela do que nos frutos colhidos na safra 2009/2010.

‘Packham’s Triumph’ floresce em época intermediária a outros genótipos de pereiras, na segunda quinzena de setembro, com maturação variando entre a segunda quinzena de janeiro e a primeira quinzena de fevereiro em Veranópolis (SIMONETTO & GRELLMANN, 1999); ou a floração pode iniciar mais tardiamente, na última semana de setembro e concluir em meados de outubro, estando os frutos aptos para colheita apenas na segunda quinzena de fevereiro no Sul do Brasil (EMBRAPA, 2007). Segundo Flores-Cantillano *et al.* (2003), ‘Packham’s Triumph’ torna-se adequada à colheita entre 20 de fevereiro e 05 de março. Pelo acompanhamento de oito safras em SC, São Joaquim, a floração desse genótipo ocorreu entre 13 de setembro e 05 de outubro, sendo a colheita realizada depois de 169 dias, com a maturação dos frutos variando entre 10 e 19 de março (RIBEIRO *et al.*, 1991). Na Argentina essas pereiras florescem mais precocemente, de 18 a 22 de setembro, e levam apenas 138 dias da plena floração até a colheita (BENÍTEZ, 2001), enquanto que na Europa este período compreende de 150 a 165 dias para o advento da safra (WESTWOOD, 1993).

Em São Francisco de Paula, a floração de ‘Packham’s Triumph’ ocorreu de 23 de setembro a 02 de outubro em 2010/2011 e no ano seguinte houve uma antecipação, ocorrendo de 19 a 27 de setembro (Tabela 22). Essas épocas de florescimento foram compatíveis em 2010/2011 com as anteriormente registradas para o Sul do Brasil por Embrapa (2007) e em 2011/2012, pela maior precocidade, com as ocorridas em Veranópolis (SIMONETTO & GRELLMANN, 1999) e na Argentina (BENÍTEZ, 2001) após ter ocorrido maior acúmulo de Unidades de Frio e somatório de graus-dia (Apêndice 2 e Tabela 21). Apesar da redução na duração da floração no terceiro ano, este período fenológico não ocorreu em período tão concentrado no Brasil como verificado por Benítez (2001) para pomares de ‘Packham’s Triumph’ cultivados na Argentina.

O ponto de colheita recomendado para ‘Packham’s Triumph’ ocorre quando os frutos apresentam firmeza de 68 a 78 N, teor de sólidos solúveis de 10°Brix a 11°Brix e acidez titulável de 3,5 g L<sup>-1</sup> a 4,0 g L<sup>-1</sup> de ácido málico (BENÍTEZ, 2001; HENDGES & ESPÍNDOLA, 2012). Nos dois primeiros anos, pela firmeza de polpa (Tabela 25), teor de sólidos solúveis e acidez titulável, os frutos já estavam adequados para a colheita. Na última safra os frutos desse genótipo encontravam-se mais maduros por ocasião da coleta do que o recomendado pelos dois primeiros critérios de avaliação, porém evidenciaram um aumento na acidez titulável e, conseqüentemente, a redução da relação SS/AT como em ‘Clapp’s Favourite’ e ‘William’s’. Villalobos-Acuña e Mitcham (2008) relataram, como registrado nas condições locais do presente experimento em 2011/2012 (Apêndice 3), que safras com regime de temperaturas mais amenas e de menor amplitude térmica pré-colheita contribuem para o aumento do teor de sólidos solúveis e acidez titulável dos frutos.

Da plena floração à coleta dos frutos, por ocasião da colheita dos genótipos mais precoces, ocorreram 107 dias em 2010/2011 e 2011/2012, correspondendo a, pelo menos, 31 dias de diferença com relação à época considerada adequada nas condições edafoclimáticas argentinas e brasileiras (BENÍTEZ, 2001; EMBRAPA, 2007). Segundo os

parâmetros indicativos de firmeza de polpa e teor de sólidos solúveis para realização da colheita visando o armazenamento, os frutos deveriam ter sido colhidos ainda em data anterior à realizada na última safra. A verificação da antecipação na maturação dos frutos de ‘Packham’s Triumph’ nas condições edafoclimáticas de São Francisco de Paula, colhidos entre o final de dezembro e a primeira quinzena de janeiro nas três safras acompanhadas, é contrária à indicação da segunda quinzena de fevereiro ou início de março para a colheita nas condições de cultivo brasileiras (FLORES-CANTILLANO *et al.*, 2003; EMBRAPA, 2007).

‘Packham’s Triumph’, que em alguns países não desenvolve *russeting* (CALVO *et al.*, 2011), aqui o tem apresentado em menor intensidade do que em outras cultivares, com coloração amarelo-esverdeada (EMBRAPA, 2007; PERAZZOLO, 2008). O índice  $a^*$  de coloração da superfície manteve-se invariável no decorrer das três safras, enquanto que maior luminosidade (índice  $L^*$ ) foi detectada na safra 2011/2012 e intensificação da tonalidade de fundo amarela (índice  $b^*$ ) na safra antecessora (2010/2011).

A floração de ‘Rocha’ inicia em 30 de março nos pomares cultivados em Portugal, a plena floração ocorre em 10 de abril e o final da queda das pétalas acontece em 23 de abril, necessitando de 135 a 140 dias após a plena floração para atingir o ponto de colheita (SOUSA, 2010; ANP, 2013). Para o cultivo no Sul do Brasil, tem sido recomendado o uso de ‘Packham’s Triumph’ como polinizadora de ‘Rocha’ (EMBRAPA, 2007), possivelmente por exibirem coincidência de floração. Não foi acompanhada a fenologia de ‘Rocha’, sendo provável que esse genótipo floresça concomitantemente com ‘Packham’s Triumph’, entre o final de setembro e o início de outubro em São Francisco de Paula (Tabela 22). Considerando-se que o período de floração de ‘Rocha’ foi o mesmo, ou similar ao de ‘Packham’s Triumph’, da plena floração à coleta dos frutos nas safras 2010/2011 e 2011/2012 também ocorreram cerca de 110 dias.

Os valores de firmeza de polpa dos frutos indicados para a colheita de ‘Rocha’ variam de 54 N a 64 N, o teor mínimo de sólidos solúveis é de 12°Brix e a acidez titulável deve compreender a faixa de 2,0 g L<sup>-1</sup> a 3,0 g L<sup>-1</sup> de ácido málico. Para consumo, os índices ideais são firmeza de polpa de 20 N a 30 N e teor mínimo de 13°Brix de sólidos solúveis (HENDGES & ESPÍNDOLA, 2012). No presente experimento, conforme os valores citados de firmeza de polpa, os frutos de ‘Rocha’ estariam em condição ideal para o armazenamento em 2011/2012 (Tabela 25). Em 2009/2010, a colheita ocorreu com frutos pouco mais firmes do que o recomendado, enquanto que em 2010/2011 estes foram coletados logo após a perda de consistência de polpa indicada para a prolongação da conservação.

O teor de sólidos solúveis dos frutos estava pouco inferior ao recomendado por Hendges e Espíndola (2012) nos dois primeiros anos, enquanto que na última safra poderiam ter sido colhidos em período anterior ao realizado. Conforme a acidez titulável indicada pelos mesmos autores, os frutos foram colhidos no período ideal em 2010/2011 e 2011/2012, porém em 2009/2010 a safra foi realizada tardiamente. A razão SS/AT dos frutos colhidos na safra 2010/2011 foi menor do que nos outros anos como resultado do baixo teor de sólidos solúveis e da maior acidez titulável.

‘Rocha’ exhibe epiderme verde-amarelada e *russeting* típico em torno do pedúnculo, com suaves pontuações dispersas pela superfície do fruto (EMBRAPA, 2007; MACHADO *et al.*, 2012). A partir da análise de cor da epiderme de frutos de pereiras ‘Rocha’ cultivadas em Portugal, foram obtidos os seguintes índices de coloração: L\* 67,49; a\* -6,87; e b\* 42,92 (CAVACO *et al.*, 2008). Durante os três anos de cultivo em São Francisco de Paula, 2010/2011 foi a safra que proporcionou os índices mais próximos aos obtidos na região de tradicional cultivo e origem desse genótipo (SOUSA, 2010).

Considerando-se os valores de referência para colheita citados, os resultados dos parâmetros produtivos analisados nas três safras e a estimativa fenológica (Tabela 22) por

comparação com a polinizadora ‘Packham’s Triumph’ (EMBRAPA, 2007), a colheita de ‘Rocha’ em São Francisco de Paula foi realizada após menor período de tempo da plena floração, com pelo menos 20 dias de antecedência em relação à duração do mesmo intervalo fenológico em Portugal (SOUSA, 2010; ANP, 2013). A colheita foi realizada mais cedo em 2009/2010 do que nas demais safras, quando os frutos ainda não apresentavam firmeza de polpa, teor de sólidos solúveis e acidez titulável recomendadas, conforme anteriormente relatado. A coloração da epiderme dos frutos também foi prejudicada, safra em que foi evidenciada menor luminosidade ( $L^*$ ), tendência à tonalidade de superfície ( $a^*$ ) mais verde e de fundo ( $b^*$ ) menos próxima do amarelo em relação às colheitas realizadas em, respectivamente, 2011/2012, 2010/2011 e do que em ambas as safras.

‘Santa Maria’ foi relatada como uma das cultivares de floração tardia no RS, sendo recomendado o seu cultivo em locais de ocorrência de geadas tardias com o intuito de evitar que esse fenômeno climático venha a prejudicar a produção. No zoneamento agroclimático esse genótipo foi enquadrado como apto ao plantio apenas na Zona 4, que apresenta o maior somatório de Horas de Frio do RS devido à maior altitude, acima de 1000 m, abrangendo parte dos municípios de São José dos Ausentes e de Bom Jesus (WREGGE *et al.*, 2006), os quais não compreendem a localização geográfica da área em análise.

Na Itália, ‘Santa Maria’ apresenta ciclo precoce, plena floração na primeira metade de abril, podendo atrasar o seu início de sete a 14 dias e prejudicar a produção pela ausência de polinizadoras com floração concomitante. Alterações nas datas de floração ocasionam variações na data da colheita, a qual pode incidir entre o terço final do mês de julho e o início de agosto nas condições edafoclimáticas italianas (DETTORI *et al.*, 1999; ANCARANI *et al.*, 2007; BELLINI & NATARELLI, 2007), o que corresponderia, aproximadamente, ao período de 100 dias entre a plena floração e a safra.

A floração de ‘Santa Maria’ ocorreu entre 21 e 29 de setembro em 2010/2011 e 19 a 26 de setembro em 2011/2012 em São Francisco de Paula (Tabela 22), sendo antecipada e o seu período reduzido como na maioria das demais cultivares, pelo maior acúmulo de frio e somatório de graus-dia no último ano (Apêndice 2 e Tabela 21). Da plena floração às datas de coleta dos frutos nas safras 2010/2011 e 2011/2012 ocorreram, respectivamente, 110 e 107 dias, período um pouco maior do que usualmente é aguardado para a realização da colheita na Itália (DETTORI *et al.*, 1999; ANCARANI *et al.*, 2007; BELLINI & NATARELLI, 2007).

‘Santa Maria’ apresenta epiderme extremamente lisa, de coloração verde que varia à tonalidade amarela com o avanço da maturação (EMBRAPA, 2007; PERAZZOLO, 2008; MACHADO *et al.*, 2012). Os frutos exibiram menor luminosidade em 2009/2010 do que nas duas safras subsequentes. Uma intensificação da coloração verde de superfície ( $a^*$ ) e amarela de fundo (índice  $b^*$ ) foi verificada na safra 2010/2011 em relação à exibida, respectivamente, na safra 2011/2012 e 2009/2010.

Os índices de maturação a serem considerados para a realização da colheita de ‘Santa Maria’ são condições de firmeza de polpa variando de 49 N a 54 N, teor de sólidos solúveis superior aos 12°Brix (ITALIA, 2013) e acidez titulável compreendida na faixa entre 4,0 g L<sup>-1</sup> e 5,0 g L<sup>-1</sup> de ácido málico (OZTURK *et al.*, 2009). Considerando-se apenas a firmeza de polpa, a época de colheita foi extremamente variável em relação às condições ideais para armazenamento, pois os frutos foram coletados em época adequada em 2009/2010, antecipadamente em 2010/2011 e tardiamente na safra 2011/2012 (Tabela 25). Contrariamente a esse parâmetro, os frutos de pereiras ‘Santa Maria’ estavam aptos à colheita pelo teor de sólidos solúveis apenas no último ano, no entanto, conforme a avaliação da acidez titulável, estes deveriam ter sido colhidos anteriormente nas três safras acompanhadas.

O alto teor de sólidos solúveis e a relativa maior acidez titulável na última safra possivelmente ocorreram pelo ameno regime térmico pré-colheita (Apêndice 3) anteriormente relatado para outros genótipos. Esses resultados ocasionaram alta relação SS/AT, razão em grandeza igualada à da safra 2009/2010, condição em que, inversamente, o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável foram os menores exibidos por essa cultivar. Os resultados das análises de coloração de superfície da epiderme, teor de sólidos solúveis e, principalmente, firmeza de polpa indicam ter havido um atraso na maturação dos frutos desse genótipo em 2010/2011, safra em que mais tardiamente foi realizada a colheita.

Como valor médio entre distintos genótipos de pereiras, o fruto fresco exhibe pH 4,2. Para a fabricação de conservas de peras, o pH da polpa deve ser de 3,9 por influenciar no sabor, na consistência da polpa após o processamento e na exigência térmica para a realização dos processos térmicos de esterilização (BANLIEU, 1969).

Conforme a análise do pH, os frutos de ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Rocha’ exibiram valores aproximados ao descrito para frutos *in natura* de *Pyrus* spp.. Os frutos de ‘Packham’s Triumph’, ‘Santa Maria’ e ‘William’s’ apresentaram índices considerados adequados à finalidade de fabricação de conservas, com exceção da safra 2009/2010 de ‘Packham’s Triumph’ que exibiu frutos com pH mais ácido do que o desejável.

Esses resultados corroboram com as informações descritas na literatura de menor acidez dos frutos de ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Rocha’ e de mediana acidez de ‘Packham’s Triumph’ (BENÍTEZ, 2001; MACHADO *et al.*, 2012; SENASA, 2013). Do mesmo modo, as pereiras ‘Santa Maria’ e ‘William’s’ têm sido cultivadas mundialmente por produzirem frutos de duplo propósito de uso, com características adequadas tanto ao consumo *in natura* como ao processamento (CAMPBELL, 2002; BRANIȘTE *et al.*, 2008; MACHADO *et al.*, 2012).

## 4.2 Experimento 2: biologia reprodutiva em pereiras europeias Clapp's

### Favourite

#### 4.2.1 Auto e alo cruzamentos

A fixação de frutos no estágio fenológico “J” e na colheita de ‘Clapp's Favourite’, após auto e alo cruzamentos na segunda floração, são apresentados na Tabela 30.

TABELA 30. Porcentagem de gemas de pereiras europeias ‘Clapp's Favourite’ com frutos em “J” (frutos com 3 cm ou mais de diâmetro) e na colheita. São Francisco de Paula, RS. 2010/2011-2011/2012.

Tratamento	Gemas com Frutos em “J” (%)	
	2010/2011	2011/2012
1) Emasculadas	20 ab	40 <sup>ns</sup>
2) Emasculadas e alopolinizadas	60 a	30
3) Emasculadas, alopolinizadas e ensacadas (Kraft)	40 ab	0
4) Emasculadas, autopolinizadas e ensacadas (Kraft)	10 ab	20
5) Emasculadas e ensacadas (Kraft)	50 ab	20
6) Emasculadas e ensacadas (voal)	0 b	10
7) Não emasculadas e ensacadas (Kraft)	0 b	30
8) Não emasculadas e ensacadas (voal)	0 b	30
9) Não emasculadas e alopolinizadas	60 a	0
10) Não emasculadas (testemunha)	20 ab	0
Média	26 A	18 A
CV (%)		2,81
Tratamento	Gemas com Frutos na Colheita (%)	
	2010/2011	2011/2012
1) Emasculadas	20 <sup>ns</sup>	20 <sup>ns</sup>
2) Emasculadas e alopolinizadas	40	10
3) Emasculadas, alopolinizadas e ensacadas (Kraft)	20	0
4) Emasculadas, autopolinizadas e ensacadas (Kraft)	0	10
5) Emasculadas e ensacadas (Kraft)	10	0
6) Emasculadas e ensacadas (voal)	0	0
7) Não emasculadas e ensacadas (Kraft)	0	20
8) Não emasculadas e ensacadas (voal)	0	0
9) Não emasculadas e alopolinizadas	40	0
10) Não emasculadas (testemunha)	20	0
Média	15 A	6 B
CV (%)		1,87

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo Teste de Tukey.

<sup>ns</sup> Não significativo na coluna.

A ocorrência de 20% de gemas com frutos fixados no tratamento de polinização aberta (T10), independente da realização de emasculação (T1) e da época avaliada em 2010/2011, pode ser considerada grande quando comparada à literatura, que cita valores de 3 a 5% de fixação de frutos para garantir a viabilidade produtiva do pomar em condições de polinização aberta (LEITE & SOUZA, 2003). No entanto, essa porcentagem de referência foi estimada pelos autores baseada na frutificação efetiva considerando-se o número inicial de flores emitidas por inflorescência e o proporcional número de frutos remanescentes.

Westwood (1993) descreveu a estimativa da frutificação efetiva na cultura da pereira como sendo o percentual de frutos remanescentes a partir da quantidade prévia de inflorescências emitidas. No presente experimento foi deixada apenas uma flor por inflorescência, que posterior ao processo de seleção de um botão floral na Fase Fenológica da Flor em balão (“3F3”) e remoção das demais flores passou a ser considerada, mediante uma adaptação, como a frutificação por gema no estágio fenológico “J” e a fixação de frutos por gema até a realização da colheita.

Segundo Dussi (2010), o raleio floral de pereiras evita a polinização e promove o aumento da liberação de etileno nas plantas pelos danos decorrentes da dessecação de partes da flor ou da flor completa, ocasionando a sua abscisão sem que haja a frutificação. Considerando-se esse trabalho, a remoção das demais flores de cada inflorescência de ‘Clapp’s Favourite’ para evitar a autopolinização pode ter promovido um estresse fisiológico, influenciando negativamente na frutificação final pela ação de fitorreguladores, como o etileno, em resposta às lesões provocadas pelo intenso raleio floral localizado, e promovido a abscisão de flores. Desse modo, a excessiva queda floral pode ter dificultado a detecção de diferenças estatísticas entre os distintos tratamentos na maioria das avaliações.

Somente em frutos fixados no estágio fenológico “J” em 2010/2011 foi verificada diferença estatística entre os tratamentos, enquanto que nessa mesma condição em 2011/2012 e no momento da colheita de ambas as safras não se constataram alterações decorrentes da realização de auto e alo cruzamentos. Foram utilizadas 10 flores por tratamento nesse ensaio, em que cada flor foi considerada uma repetição, a exemplo do que já havia sido realizado por Faoro (2009) com pereiras japonesas. Essa amostragem, que para a análise realizada provavelmente necessitaria ser maior, mas que, por limitações práticas de obtenção de flores na mesma Fase Fenológica da Flor no começo da segunda floração e exigência de moroso dispêndio de mão de obra extremamente minuciosa, comum à metodologia do protocolo empregado (DAFNI, 1992), ficou restrita a essa quantidade.

O número de repetições empregado não apresenta um valor mínimo indicado em estudos de biologia reprodutiva, em que após os testes de auto e alo cruzamentos, a concretização da fertilização das flores, a partenocarpia e a frutificação são considerados como fenômenos, o que por si só caracteriza o comportamento reprodutivo de uma espécie. Por outro lado, dentre os seis protocolos descritos por Dafni (1992), o emprego do teste de polinização controlada a campo consiste na metodologia mais acurada para a estimativa da receptividade estigmática por assegurar justamente uma análise quantitativa.

Em 2010/2011, os maiores índices de formação dos frutos por gema em “J” foram decorrentes da polinização com o gametófito compatível de ‘Abate Fetel’ (T2 e T9), independente da realização de emasculação (T2), quando comparados aos tratamentos em que a autogamia foi forçada (T6, T7 e T8). Os tratamentos de polinização cruzada (T2 e T9) não diferiram da adicional prática de ensacamento com papel Kraft (T3), porém houve uma tendência de redução do número de frutos formados, provavelmente em decorrência de leves danos mecânicos ocasionados por essa prática.

A produção de sementes viáveis por fruto e a porcentagem de frutos sem sementes viáveis, com as respectivas classificações quanto à fecundidade e tendência à ocorrência de partenocarpia das escalas estipuladas por Nyéki e Soltész (1998) e Nyéki *et al.* (1998), através da ação dos tratamentos na floração secundária durante dois anos, constam na Tabela 31. Um processo de indução da formação de frutos partenocárpicos foi verificado com a emasculação, autopolinização e ensacamento (T4) em 2011/2012, assim como ao realizar apenas a emasculação seguida pelo processo de ensacamento (T5) na safra 2010/2011.

TABELA 31. Fecundidade e tendência à ocorrência de partenocarpia em frutos de pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’. São Francisco de Paula, RS. 2010/2011-2011/2012.

Tratamento	Fecundidade (nº Sementes Viáveis)	
	2010/2011	2011/2012
1) Emasculadas	muito baixa (0,5)	ausente (0,0)
2) Emasculadas e polinizadas	intermediária (4,3)	ausente (0,0)
3) Emasculadas, polinizadas e ensacadas (Kraft)	intermediária (3,5)	- *
4) Emasculadas, autopolinizadas e ensacadas (Kraft)	- *	ausente (0,0)
5) Emasculadas e ensacadas (Kraft)	ausente (0,0)	- *
6) Emasculadas e ensacadas (voal)	- *	- *
7) Não emasculadas e ensacadas (Kraft)	- *	ausente (0,0)
8) Não emasculadas e ensacadas (voal)	- *	- *
9) Não emasculadas e polinizadas	alta (5,8)	- *
10) Não emasculadas (testemunha)	nula (0,0)	- *

Tratamento	Tendência à Partenocarpia (% sem Sementes Viáveis)	
	2010/2011	2011/2012
1) Emasculadas	muito alta (50)	muito alta (100)
2) Emasculadas e polinizadas	ausente (0)	muito alta (100)
3) Emasculadas, polinizadas e ensacadas (Kraft)	ausente (0)	- *
4) Emasculadas, autopolinizadas e ensacadas (Kraft)	- *	muito alta (100)
5) Emasculadas e ensacadas (Kraft)	muito alta (100)	- *
6) Emasculadas e ensacadas (voal)	- *	- *
7) Não emasculadas e ensacadas (Kraft)	- *	muito alta (100)
8) Não emasculadas e ensacadas (voal)	- *	- *
9) Não emasculadas e polinizadas	ausente (0)	- *
10) Não emasculadas (testemunha)	muito alta (100)	- *

\* Ausência de produção de frutos.

Segundo Moriya *et al.* (2005), em algumas cultivares, a realização de autopolinização induz à maior formação de frutos partenocárpicos do que em pereiras sem polinização alguma, indicando que essas plantas possuem ação estimulante para induzir frutificações partenocárpicas nelas mesmas. Em 2010/2011 não foi verificado tal estímulo, pois flores sem polinização alguma (T5) formaram maior porcentagem de frutos do que quando autopolinizadas (T4) e foram similares pela análise estatística, tanto no estágio fenológico “J” como na colheita (Tabela 30), condição esta na qual T4 (autogamia forçada) não apresentava mais frutos remanescentes. No ano seguinte, nenhum tratamento influenciou estatisticamente nos resultados obtidos, porém a autopolinização (T4) pode ter contribuído para a manutenção da produção até o momento da colheita, condição em que o tratamento sem polinização alguma (T5) não exibia mais frutos.

Também não foi verificada diferença estatística entre todos os tratamentos no momento da colheita na safra 2010/2011, mesmo com a maior porcentagem de frutos fixados por gema em decorrência da polinização cruzada com o gametófito compatível (T2 e T9). A presença de frutos foi inferior àquela encontrada durante a frutificação no estágio fenológico “J” devido à continuada queda de frutos, com exceção dos tratamentos com polinização aberta (T1 e T10). Nestes tratamentos a fecundidade variou de muito baixa a nula e a tendência à ocorrência de partenocarpia foi muito alta.

A falta de coincidência de floração com cultivares compatíveis próximas seria uma hipótese para a formação de frutos partenocárpicos, porém entre as fileiras de ‘Clapp’s Favourite’ havia plantas polinizadoras da pereira europeia ‘Santa Maria’, a qual é totalmente compatível (GOLDWAY *et al.*, 2009). Durante a segunda floração, a plena floração da cultivar fornecedora de gametófitos masculinos ocorreu entre o início e a plena floração de ‘Clapp’s Favourite’ em 2010/2011 (Tabela 23 do Experimento 1), período considerado adequado para a polinização durante a primeira floração (SOUSA, 2010). Na

época em que foi conduzido o presente experimento, contudo, ‘Santa Maria’ ainda não havia iniciado a sua floração, ou seja, não estavam disponíveis 10% de inflorescências com ao menos uma flor aberta para realizar a polinização nos tratamentos de polinização aberta (T1 e T10), gerando frutos com nula a muito baixa formação de sementes viáveis e com muito alta tendência à formação de frutos com origem partenocárpica.

No ano subsequente, embora ambas as cultivares tenham antecipado a floração pelo elevado acúmulo de frio hibernal (Apêndice 2) e pelo acontecimento de maior somatório de graus-dia (GD) favoráveis ao desenvolvimento das pereiras entre a primeira e a segunda emissão de flores (Tabela 23), a plena floração da polinizadora ‘Santa Maria’ ocorreu após o término da floração de ‘Clapp’s Favourite’. Este genótipo apresentou a duração da sua floração reduzida, enquanto que a polinizadora, inversamente, teve o mesmo período fenológico ampliado, o que ocasionou a total falta de coincidência para polinização na segunda floração em 2011/2012, inclusive no período de condução experimental, impedindo completamente a fecundação e a formação de sementes viáveis.

A segunda floração apresenta ainda outros fatores condicionantes para que efetivamente ocorra a fertilização das flores. Segundo Tromp e Borsboom (1996), parece haver um comportamento antagônico do sistema reprodutivo frente às temperaturas, pois regimes térmicos que favorecem o crescimento do tubo polínico, os quais foram descritos no item “4.1.2” do Experimento 1 como provável fator limitante durante a floração primária de pereiras europeias em São Francisco de Paula, provavelmente interferem na viabilidade dos rudimentos seminais na segunda floração.

Foi verificado por Tromp e Borsboom (1996) que regimes térmicos entre 13°C e 17°C, comparativamente à ocorrência de temperaturas inferiores ou superiores durante a primeira floração, ocasionaram o aumento do período efetivo de polinização pela ampliação do tempo em que os rudimentos seminais analisados conjuntamente foram viáveis. A temperatura média do ar ocorrida de 22/10/2010 a 07/11/2010 e de 15/10/2011 a

28/10/2011, em que concentrou a segunda floração de ‘Clapp’s Favourite’ (Tabela 23 do Experimento 1), variou, respectivamente, de 14,8°C a 24,2°C e de 15,4°C a 23,8°C em São Francisco de Paula (Apêndice 4).

Com a implantação prévia do experimento em 03/10/2010 e 06/10/2011 e considerando-se a duração de 17 dias no primeiro ano e de 14 dias no ano subsequente, períodos expostos na Tabela 23, que corresponderiam ao término da floração nas datas de 19/10/2010 e 19/10/2011, a temperatura média do ar variou de 11,7°C a 21,4°C em 2010/2011 e de 17,6°C a 24,1°C em 2011/2012 (Apêndice 4). O regime térmico durante a emissão secundária de flores pode ter sido desfavorável à manutenção da viabilidade dos rudimentos seminais, com temperaturas médias do ar fora da faixa verificada como adequada por Tromp e Borsboom (1996). Esses valores foram ainda mais extremos durante a condução experimental em 2011/2012, com temperaturas superiores e inferiores às indicadas como ideais, safra que exibiu a menor média geral de frutos retidos durante a colheita, provavelmente devido à redução da viabilidade dos rudimentos seminais.

A queda de frutos até a colheita das pereiras ‘Clapp’s Favourite’ também esteve especialmente relacionada com a inadequada polinização, refletindo em deficiente fertilização com a formação reduzida ou inexistente de sementes viáveis, como observado na safra 2010/2011 em decorrência do tratamento que consistiu em realizar a emasculação das flores e o ensacamento com papel Kraft (T5) sem que qualquer polinização fosse realizada. Conforme Luz *et al.* (2012a), auxinas, giberelinas e compostos orgânicos sintetizados pelas sementes viáveis atuam na redução da queda de frutos e colaboram na regulação de carga de frutos na pré-colheita. Com a emasculação das flores e o ensacamento com papel Kraft (T5), a ocorrência de partenocarpia foi muito alta e a fecundidade nos frutos foi nula.

Nos demais tratamentos em que a autogamia foi forçada (T4, T6, T7 e T8), embora no estágio fenológico “J” tenha ocorrido a frutificação de T4 (tratamento que consistiu na

emasculação, autopolinização e ensacamento com papel Kraft), não houveram gemas com frutos fixados no momento da colheita em 2010/2011. Os tratamentos T6 e T8, nos quais foi utilizado o ensacamento com tecido voal, a ocorrência de anemofilia não foi comprovada, mesmo que as dimensões de suas aberturas tenham possibilitado a passagem de grãos de pólen conforme a descrição da metodologia do Ensaio 1 (item “a” de “3.2.2.1 Implantação”) e os dados de dimensão dos grãos de pólen expostos na Tabela 19 do Experimento 1.

Segundo Farkas e Orosz-Kovács (2009), a anemofilia é um meio possível de polinização em pereiras europeias, relacionado, principalmente, com as fases fenológicas de botões florais anteriores ao “balão”, nos quais os estigmas são expostos para fora da flor sem que as pétalas tenham se aberto e as recompensas florais estejam disponíveis como atrativos aos insetos polinizadores. A metodologia de polinização e isolamento do presente estudo, porém, foi empregada a partir da condição de “balão” floral (Fase Fenológica da Flor “3F3”) e a anemofilia não foi detectada mesmo com a visualização dessa exposição dos estigmas em momento prévio a essa condição.

Conforme anteriormente discutido em relação à polinização aberta (T1 e T10), a plena floração da cultivar polinizadora ‘Santa Maria’ não foi coincidente com a floração do genótipo receptor, havendo poucas flores abertas disponíveis para o fornecimento de gametófitos masculinos compatíveis aos estigmas florais de ‘Clapp’s Favourite’ durante a condução experimental, também podendo ter desfavorecido a polinização por ação exclusiva do vento (T6 e T8). Estes tratamentos não diferiram dos de polinização aberta (T1 e T10), na qual, além da ação do vento, os insetos também podem atuar na transferência de grãos de pólen aos estigmas, sendo detectada apenas uma tendência ao desfavorecimento da frutificação em “J” pela polinização exclusivamente anemófila (T6 e T8). Entretanto, com o emprego da polinização manual dirigida utilizando o genótipo totalmente compatível ‘Abate Fetel’ (T2), houve maior frutificação (estádio fenológico

“J”) do que pela polinização anemófila (T6 e T8), possivelmente em decorrência da maior disponibilidade de gametófitos masculinos e da efetividade do mecanismo de transferência dos grãos de pólen aos estigmas.

Mesmo nos tratamentos em que foi realizada a polinização cruzada com a cultivar compatível ‘Abate Fetel’ (T2, T3 e T9), foi verificado o processo natural de regulação de carga pela redução na porcentagem total de frutos remanescentes até a colheita. A queda de flores e frutos ocorre em vários picos, caindo inicialmente as flores não polinizadas, seguidas pelas flores polinizadas, mas não fertilizadas e com posterior queda de frutos pela autorregulação natural da carga de frutos (SALAYA, 2000; HIRST, 2003). Após esse processo, até 40% dos frutos foram mantidos nas gemas em virtude da polinização com gametófitos compatíveis de ‘Abate Fetel’, sendo observada fecundidade intermediária a alta e ausência de formação de frutos de origem partenocárpica.

Durante 2011/2012, não foi detectada diferença estatística entre os tratamentos nas avaliações da porcentagem de gemas com frutos remanescentes em “J”, quando apresentam a partir de 3 cm de diâmetro, e na colheita. Assim, todas as comparações realizadas a seguir serão com base apenas nos valores relativos de frutos fixados. Em polinização aberta, foram mantidos mais frutos nas gemas quando as flores foram submetidas à emasculação (T1) do que em relação às flores que não foram submetidas ao procedimento (T10) e não produziram frutos, o que pode ter sido causado pelo aumento de pressão para que ocorresse a fecundação cruzada. A porcentagem de frutos remanescentes de T1 caiu de 40%, o maior índice entre todos os tratamentos em “J”, para 20% na época da colheita. Contudo, a hipótese de que a fecundação cruzada tenha ocorrido foi descartada pela análise das sementes, as quais foram todas inviáveis, o que proporcionou a classificação de fecundação ausente e muito alta tendência à produção de frutos de origem partenocárpica.

Em polinização cruzada com gametófitos compatíveis de ‘Abate Fetel’, apenas ocorreu a fixação de frutos até o estágio fenológico “J” com a realização do tratamento em que as flores foram polinizadas e emasculadas (T2). A causa provável de não terem sido mantidos os frutos ao não efetuar a emasculação (T9) poderia ser a mesma da observada em polinização aberta (T10), com a maior probabilidade de polinização cruzada. No entanto, a fecundação também foi ausente nesses frutos, conforme a classificação da fecundidade, ocorrendo muito alta tendência à formação de frutos partenocárpicos.

Segundo Jackson (2003), mesmo que não ocorra a fertilização, a polinização cruzada como processo isolado incrementa a duração da viabilidade do saco embrionário por impulsionar a atividade citoplasmática e bioquímica no pistilo, além de promover o desenvolvimento do ovário, o qual é interpretado pela flor como fertilização. Esse fenômeno pode ter induzido as flores emasculadas submetidas aos tratamentos de polinização cruzada, realizada manualmente (T2) e por polinização aberta (T1), a reterem mais frutos pelo incremento da duração da viabilidade do saco embrionário e promoção do desenvolvimento do ovário.

Conforme Salaya (2000), a concentração de auxinas aumenta nos receptáculos florais das cultivares, especialmente nas que possuem tendência à ocorrência de partenocarpia, após uma semana da realização da polinização cruzada. As auxinas em interação com as citocininas, que induzem à divisão celular nos receptáculos florais, estão envolvidas na promoção da partenocarpia. Nyéki *et al.* (1994) verificaram que ‘Clapp’s Favourite’ tem muito baixa tendência à frutificação partenocárpica. Ao que indicam os resultados obtidos no presente trabalho, ao serem as flores submetidas à polinização cruzada em regimes térmicos adversos à viabilidade dos rudimentos seminais, a expressão da partenocarpia é aumentada.

Todos os tratamentos em que a autogamia foi forçada (T4, T6, T7 e T8) apresentaram frutificação no estágio fenológico “J”, porém até a colheita permaneceram

somente os frutos de flores submetidas à autogamia mediante polinização (T4) e autogamia natural forçada (T7). Os frutos não exibiram sementes viáveis, o que os classifica como de nula fecundidade e de alta tendência à formação com origem partenocárpica. Assim, ‘Clapp’s Favourite’ não foi autogâmica e nem expressou a pseudocompatibilidade, fenômenos através dos quais seus frutos teriam produzido sementes viáveis.

Segundo Farkas e Orosz-Kovács (2009), os estames das pereiras apresentam traços florais que indicam a autofertilidade, curvando-se em direção ao estigma em diversos momentos, principalmente quando a flor está envelhecendo e há pouca chance de receber os grãos de pólen de outras cultivares. Visualmente a campo essa movimentação dos estames foi detectada nas pereiras ‘Clapp’s Favourite’ em diversos momentos, porém, conforme o ensaio de polinização, não foram efetivamente autogâmicas.

Novamente não foi detectada a ocorrência de anemofilia em 2011/2012, pois os frutos oriundos dos tratamentos utilizados para testar a ação dos ventos na polinização (T6 e T8) não permaneceram até a colheita, indicando conjuntamente com os dados do ano anterior que muito provavelmente não ocorra a polinização por intermédio da ação dos ventos. Em pereiras japonesas ‘Kousui’ a anemofilia igualmente não foi verificada e em ‘Housui’, porém foi constatada a ocorrência esporádica de anemofilia em pequena escala por Faoro (2009) nas condições edafoclimáticas de Caçador e São Joaquim, com a formação média de uma semente viável por fruto quando incidente.

#### **4.2.2 Receptividade estigmática**

As porcentagens de estigmas receptivos após distintos dias de polinização em relação à antese constam na Tabela 32. Os estigmas foram receptivos de dois a oito dias após a antese na segunda floração, observado através do acoplamento e desenvolvimento inicial do gametófito masculino.

TABELA 32. Porcentagem de estigmas receptivos após distintos tempos decorridos da Fase Fenológica da Flor em “balão” (“3F3”) das flores oriundas de segunda floração das pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’. São Francisco de Paula, RS. 2010/2011-2011/2012.

Tempo Decorrido da Fase Fenológica da Flor em “Balão” (Dias)	Estigmas Receptivos de Segunda Floração (%)	
	2010/2011	2011/2012
0	0,00 b	0,00 b
2	16,67 b	20,00 ab
4	83,33 a	36,36 ab
6	81,82 a	55,56 a
8	8,33 b	50,00 a
10	0,00 b	0,00 b
Média	31,69 A	26,99 B
CV (%)		2,27

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo Teste de Tukey.

Corroborando com esses resultados, Sanzol e Herrero (2001) verificaram atrasos no período de maturação e receptividade estigmática em pereiras europeias ‘Spadona’. Segundo os autores, as alterações detectadas podem estar relacionadas com um caso de protandria, afetando o período efetivo de polinização, enquanto que em outras frutíferas, tais como o damasqueiro e o quivizeiro, a degeneração precoce dos estigmas seria o aspecto limitante quanto à receptividade estigmática floral.

No primeiro ano (2010/2011), a maior receptividade estigmática ocorreu entre quatro e seis dias após a antese do botão floral de segunda floração de ‘Clapp’s Favourite’, variando entre 83,33% e 81,82% dos estigmas florais receptivos nesse período. Embora a receptividade estigmática aos dois ou oito dias decorridos da antese tenha fundamental importância para a polinização e germinação dos tubos polínicos com, respectivamente, 16,67% e 8,33% dos estigmas florais receptivos, estatisticamente não diferiram da total ausência de receptividade estigmática na data da antese (dia “0”) ou 10 dias depois dessa Fase Fenológica da Flor.

No segundo ano (2011/2012), houve o postergamento do período decorrido entre a antese e a obtenção da máxima receptividade estigmática durante a segunda floração, em

que a maior porcentagem foi detectada entre os seis e oito dias após a antese floral com, respectivamente, 55,56% e 50,00% dos estigmas receptivos. Nessas condições, a receptividade estigmática entre dois e quatro dias depois da antese foi intermediária aos valores de máxima receptividade estigmática e de inexistência de estigmas receptivos nas flores.

Como na floração de 2010/2011, a carência de estigmas receptivos também ocorreu na antese (dia “0”) e 10 dias após a mesma Fase Fenológica da Flor durante a segunda floração de 2011/2012. Considerando-se a ausência de receptividade estigmática no dia “0” decorrido da antese, a metodologia adotada no ensaio anterior (item “4.2.1”) de realizar os auto e alo cruzamentos direcionados nessa condição poderia ter prejudicado a frutificação das plantas condicionadas a tais tratamentos. Contudo, mesmo com a realização prematura da polinização, foi possível a germinação dos tubos polínicos no ensaio anterior, comprovada pela frutificação e formação de sementes viáveis até mesmo no tratamento em que os estigmas foram submetidos ao isolamento, mediante o posterior ensacamento (Tabelas 30 e 31). Em todos os frutos provenientes dos tratamentos em que foi realizada a polinização cruzada detectou-se maior fecundidade do que em condições de polinização aberta durante toda a segunda floração de 2010/2011, ano em que houve parcial sincronismo de floração com a polinizadora ‘Santa Maria’ (Tabela 23 do Experimento 1).

No ano seguinte (2011/2012), não houve a formação de sementes viáveis em nenhum dos tratamentos (item “4.2.1”), tanto nos submetidos à polinização manual com gametófitos compatíveis de ‘Abate Fetel’ como nos de polinização aberta, tratamento em que não tiveram grãos de pólen disponíveis pela falta de coincidência de floração com a polinizadora ‘Santa Maria’ (Tabela 23 do Experimento 1). Independente do método de polinização, as condições térmicas (Apêndice 4) ocorridas nessa floração podem ter desfavorecido a manutenção da viabilidade dos rudimentos seminais, acarretando na

completa ausência de sementes viáveis, o que ocasionou a menor média geral de frutos retidos até a colheita (Tabelas 30 e 31).

A abertura das flores foi realizada, em 2010/2011, nos dias 29/10/2010, 01 e 05/11/2010. A primeira data correspondeu aos dias de polinização “2”, “4”, “6” e “10” (polinização realizada em, respectivamente, 31/10/2010, 02, 04 e 08/11/2010), a segunda data ao dia “8” (transferência dos grãos de pólen efetuada em 09/11/2010) e a última ao dia “0” transcorrido de “3F3” (alocruzamento efetivado em 05/11/2010). As coletas foram realizadas no dia subsequente a cada data de polinização das flores. Os parâmetros meteorológicos ocorridos no referido período são expostos na Figura 21.

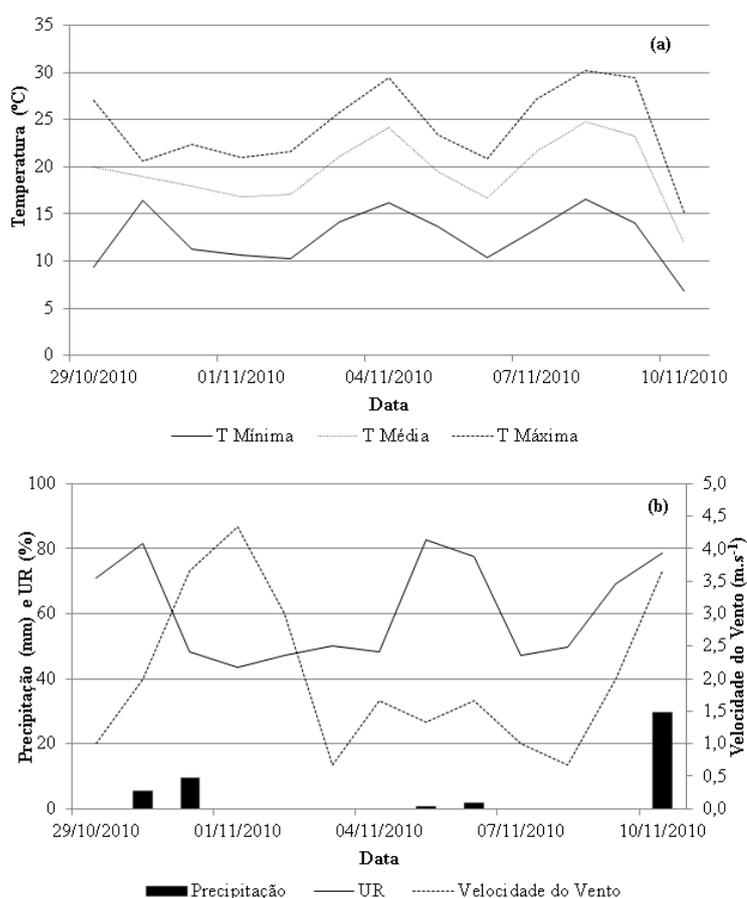


FIGURA 21. Parâmetros meteorológicos durante a instalação e condução do ensaio de receptividade estigmática da segunda floração em 2010/2011: temperaturas mínima, média e máxima (a); precipitação, umidade relativa do ar e velocidade do vento (b). São Francisco de Paula, RS. 2010/2011.

Durante a condução experimental na floração secundária 2010/2011, a temperatura média do ar variou de 11,8°C a 24,8°C, a temperatura máxima do ar compreendeu a faixa entre 15,2°C e 30,2°C, e a temperatura mínima do ar oscilou de 6,8°C a 16,6°C (Figura 21.a). Nos dias 31/10/2010 e 05/11/2010 foram registrados, respectivamente, 9,3 mm e 0,7 mm de precipitação pluviométrica (Figura 21.b), coincidindo com as datas em que foram realizadas as polinizações dos tratamentos “2” e “0” dias decorridos da antese.

Em 2011/2012, as flores foram abertas e ensacadas em duas datas (18 e 23/10/2011) e polinizadas em três dias (23, 25 e 27/10/2011), também sendo coletadas e fixadas 24 h após a polinização. A primeira data de polinização correspondeu aos dias “0” e “6”, a segunda aos dias “2” e “8”, e a última aos dias “4” e “10” decorridos da antese.

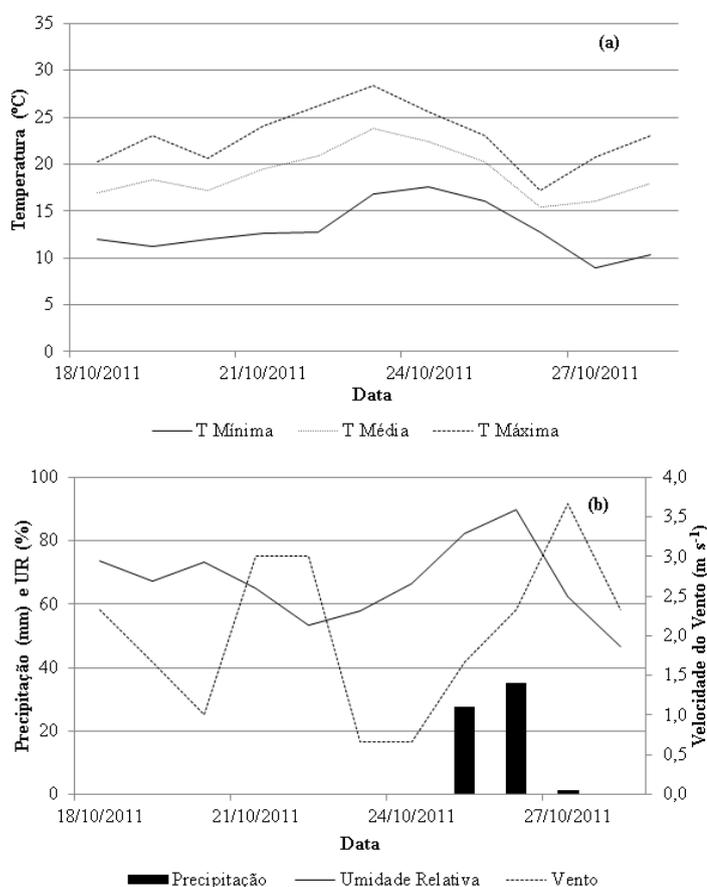


FIGURA 22. Parâmetros meteorológicos durante a instalação e condução do ensaio de receptividade estigmática da segunda floração em 2011/2012: temperaturas mínima, média e máxima (a); precipitação, umidade relativa do ar e velocidade do vento (b). São Francisco de Paula, RS. 2011/2012.

Nesse período, a temperatura média do ar variou de 15,4°C a 23,8°C, a temperatura máxima do ar compreendeu a faixa entre 17,2°C e 28,4°C e a temperatura mínima do ar oscilou de 9,0°C a 17,6°C (Figura 22.a). Foi verificado o aumento das temperaturas mínima, média e máxima do ar até o dia 24/10/2011, a ocorrência de precipitações entre os dias 25 e 27/10/2011, com a posterior redução da temperatura do ar. No primeiro dia do registro da precipitação pluviométrica, de 27,8 mm, foram realizadas as polinizações após os “2” e “8” dias decorridos da antese, enquanto que o último evento de chuva verificado, de 1,5 mm, coincidiu com a data de execução da transferência dos grãos de pólen após “4” e “10” dias transcorridos da antese (Figura 22.b).

Não foi possível obter o registro horário em que ocorreram as precipitações pluviométricas por terem sido coletados os dados em estação meteorológica convencional e, portanto, se desconhece se estas ocorreram antes ou após o espargimento dos gametófitos masculinos aos estigmas. Mesmo com a ocorrência de precipitações pluviométricas nas datas de polinização da segunda floração anteriormente referidas de 2010/2011 e 2011/2012, estas não ocasionaram alterações no efeito dos tratamentos entre os distintos anos. No entanto, detectou-se a alteração da receptividade estigmática média anual, que na segunda floração de 2010/2011 foi maior do que a verificada em 2011/2012.

Sanzol e Herrero (2001) apontaram a temperatura ambiental como o principal fator interagindo sobre a receptividade floral, forte determinante também da viabilidade estigmática, do crescimento do tubo polínico e do desenvolvimento do rudimento seminal. Assim, espera-se que a receptividade floral e o período efetivo de polinização sejam resultantes da influência da temperatura ambiental sobre todos esses parâmetros. De um modo geral, as altas temperaturas do ar aceleram a germinação dos tubos polínicos, mas reduzem o período efetivo de polinização por também abreviarem o desenvolvimento dos

rudimentos seminais e a maturação dos estigmas, causando a degeneração precoce dos mesmos.

Segundo Tromp e Borsboom (1996) essa relação apresenta alta complexidade por cada parâmetro condicionante da fertilidade floral demandar um distinto regime térmico, pois temperaturas do ar que favorecem o crescimento do tubo polínico interferem na viabilidade dos rudimentos seminais. Foi verificado que temperaturas ambientais superiores ou inferiores ao regime térmico ideal, compreendido entre 13°C e 17°C, reduzem a duração da viabilidade dos rudimentos seminais.

Por outro lado, essa faixa térmica ideal à viabilidade dos rudimentos seminais é inferior à considerada adequada para a germinação dos tubos polínicos por Salaya (2000). O período do início da germinação dos tubos polínicos à chegada ao rudimento seminal em flores da pereira europeia ‘Beurré d’Anjou’ também é extremamente dependente das condições térmicas ambientais, podendo variar de um dia, se exposto ao regime de 21°C, até três a quatro dias, se submetido aos 20°C. A fecundação também ocorreu em um dia quando as flores foram submetidas à maior temperatura, enquanto que a fertilização ocorreu em três a seis dias após o início da germinação dos tubos polínicos com a redução de 1°C.

Em trabalho realizado por Sanzol *et al.* (2003b), foi sugerido que as baixas frutificações em pereiras europeias ‘Spadona’ seriam resultantes da assíncrona receptividade estigmática. Nessa situação, a receptividade estigmática corresponderia ao fator limitante do período efetivo de polinização, relacionada com a redução do tempo em que os estigmas permaneceriam viáveis por influência de altas temperaturas ambientais.

Conforme as Figuras 21.a e 22.a, durante a condução experimental foram verificadas maiores temperaturas mínimas do ar na segunda floração de 2011/2012 do que no mesmo período em 2010/2011, o que pode ter contribuído para além do atraso da máxima receptividade estigmática, também reduzindo o percentual médio de estigmas

receptivos. Cabe ressaltar que, inversamente, as temperaturas média e máxima do ar foram menores justamente em 2011/2012, ano em que houve a menor receptividade estigmática média, indicando que existem outros aspectos envolvidos nessa complexa interação.

Sanzol e Herrero (2001) sugeriram que pesquisas para detectar a influência da temperatura sobre os três fatores que determinam o período efetivo de polinização e como eles interagem uns com os outros poderiam indicar quais temperaturas críticas durante a floração seriam as mais adequadas à frutificação efetiva. Conforme Stösser *et al.* (1996), a qualidade da flor é pré-determinada da indução ao desenvolvimento dos primórdios florais no ciclo de crescimento anterior ao momento da antese, sendo decisivo haver condições de crescimento adequadas no verão e, depois da colheita, durante o outono. Aspectos decorrentes do manejo fitotécnico e das temperaturas na pré-floração foram descritos como formadores da qualidade floral, também influenciando na definição do período efetivo de polinização e na frutificação (SANZOL & HERRERO, 2001).

De setembro a outubro, período em que ocorre o processo de indução, diferenciação e desenvolvimento dos primórdios florais que são emitidos na segunda floração, foram registradas as maiores incidências de luz e temperaturas máximas durante 2011/2012 (Apêndice 1), ano em que se verificou a máxima frequência total de flores com anomalias em relação ao padrão de identidade floral (item “4.1.1.3” do Experimento 1). Além de alterarem o desenvolvimento dos primórdios florais, as condições ambientais de 2011/2012 podem ter promovido modificações na qualidade das flores formadas, contribuindo para a menor receptividade estigmática, reduzida fixação de frutos por gema na colheita e nula fecundidade dos frutos provenientes da segunda floração (Tabelas 30 a 32).

Sanzol *et al.* (2003a) verificaram que os estigmas coexistem em três diferentes estádios de desenvolvimento dentro de uma mesma flor. Esses estádios são compreendidos por: imaturidade, na qual já ocorre a adesão dos grãos de pólen hidratados ao estigma;

receptividade, quando pode haver a hidratação e a germinação dos grãos de pólen no estigma; e degeneração, momento em que os grãos de pólen hidratados germinam perfeitamente, porém o crescimento dos tubos polínicos é prejudicado logo após a germinação. A duração da receptividade estigmática individual de cada carpelo é bastante curta, porém, em conjunto, ocasionam o prolongamento temporal da receptividade estigmática. Essa seria, possivelmente, uma estratégia para maximizar os recursos de polinização em regiões de condições climáticas instáveis ou onde os insetos polinizadores apresentam baixa eficiência de polinização.

O período de receptividade estigmática também foi individual em cada carpelo das flores analisadas de pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’, o que pode ter contribuído para a limitação do período efetivo de polinização durante a segunda floração. Na Figura 23 podem ser visualizados dois estigmas da mesma flor com receptividade individual em cada carpelo, um não receptivo localizado na porção superior da imagem e abaixo outro receptivo, com o acoplamento de gametófitos masculinos.

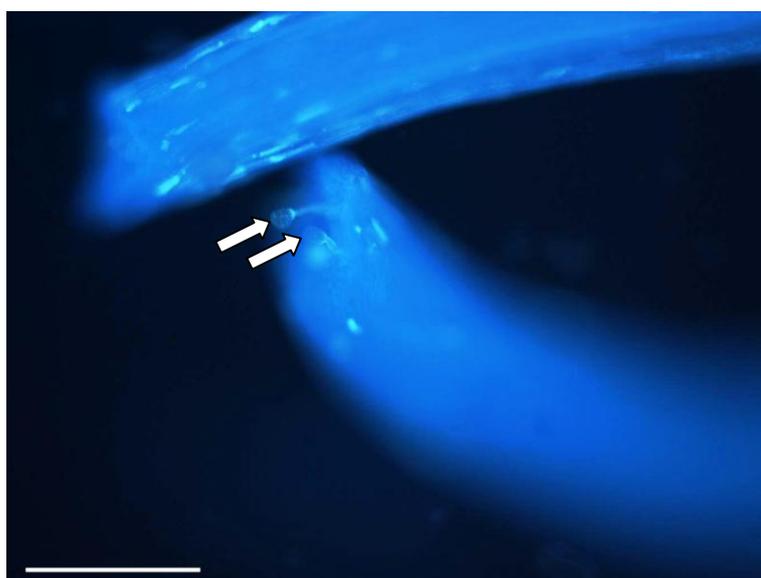


FIGURA 23. Estigmas não receptivo (superior) e receptivo (inferior), com o acoplamento de gametófitos masculinos, coexistindo na mesma flor aos oito dias decorridos da fase de balão floral (“3F3”). Em destaque, setas brancas indicam o acoplamento de dois grãos de pólen ao estigma receptivo. Escala: 100  $\mu$ m. Microfotografia: Biane de Castro. São Francisco de Paula, RS. 2011/2012.

Conforme Sanzol *et al.* (2003b), a completa fertilidade das flores de pereiras europeias ‘Spadona’ ocorreu por apenas dois dias devido à individualidade da receptividade estigmática em cada carpelo. No entanto, a assíncrona receptividade estigmática assegurou que ao menos um estigma estivesse receptivo ao longo de distintas datas de avaliação, aspecto fortemente correlacionado com a retenção de frutos até a avaliação da frutificação efetiva por assegurar que ao menos uma semente fosse formada nesse genótipo que apresenta baixa tendência à ocorrência de partenocarpia. Foi sugerido que a assíncrona receptividade estigmática seria preponderante em plantios situados em ambientes de clima quente, cujos resultados produtivos têm sido de baixas frutificações, correspondendo ao fator limitante do período efetivo de polinização em pereiras cultivadas nessas condições. No presente trabalho, a receptividade floral durante a floração secundária de ‘Clapp’s Favourite’, genótipo de muito baixa tendência à frutificação partenocárpica (NYÉKI *et al.*, 1994), parece não estar condicionada ao fator isolado da assíncrona receptividade estigmática, possivelmente havendo limitações por influência simultânea de condições ambientais desfavoráveis, previamente e durante a floração, agindo também sobre a qualidade da flor e a viabilidade dos rudimentos seminiais.

As respostas ao teste de reatividade com peróxido de hidrogênio em flores nas distintas Fases Fenológicas da Flor de primeira floração de ‘Clapp’s Favourite’ constam na Tabela 33. De “3F1”, quando o botão floral rosado recém emergiu da gema, a “3F7”, condição em que as flores estavam abertas e com a maioria das anteras pretas, correspondeu ao período no qual ao menos um dos estigmas estava receptivo nas flores oriundas da primeira floração de ‘Clapp’s Favourite’. Esses resultados divergem dos observados na análise da segunda floração desse genótipo, na qual os estigmas foram receptivos somente após dois dias decorridos da Fase Fenológica da Flor “3F3”, denominada “balão” (Tabela 32).

TABELA 33. Reatividade dos estigmas pelo teste com peróxido de hidrogênio nas diferentes classes e fases fenológicas da flor oriunda de primeira floração de pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’. São Francisco de Paula, RS. 2010/2011.

Classes	Fases Fenológicas da Flor	Reativo	Não Reativo
Flores fechadas (botão)	3F1 - rosado e recém-emergido	X	
	3F2 - pouco rosado e crescido	X	
	3F3 - “balão”	X	
Flores abertas (maioria das anteras vermelhas)	3F4 - recém-aberto e pétalas curvadas	X	
	3F5 - pétalas estendidas e anteras vermelhas	X	
	3F6 - pétalas estendidas e 3-5 anteras pretas	X	
Flores abertas (maioria das anteras pretas)	3F7 - > ½ das anteras pretas	X	
	3F8 - ≥ 1 pétala caída e todas as anteras pretas		X
	3F9 - sem pétalas e com todas as anteras pretas		X

Faoro (2009) observou que as anteras de flores em “3F1” já apresentam a quantidade definida de grãos de pólen em pereiras japonesas, condição mantida até “3F5” que é o momento prévio à deiscência dos sacos polínicos. No entanto, em “3F1” os diâmetros dos grãos de pólen foram menores do que nas demais Fases Fenológicas da Flor, indicando que nessa etapa os grãos de pólen ainda estavam em formação. Os índices de germinação dos tubos polínicos foram satisfatórios de “3F3” a “3F6”, sendo muito baixos ou mesmo inexistentes nas Fases Fenológicas da Flor anteriores e posteriores a esse período.

Comparativamente à máxima expressão da produção de grãos de pólen encontrada por Faoro (2009) durante a primeira floração de pereiras japonesas, pelo presente teste com peróxido de hidrogênio, os estigmas florais de ‘Clapp’s Favourite’ poderiam estar receptivos enquanto os grãos de pólen ainda estariam se desenvolvendo em “3F1”. Nessa condição, diferentemente da segunda floração, seriam necessários maiores cuidados no isolamento das flores ao realizar os testes de auto e alo cruzamentos pela antecipação da receptividade estigmática durante a primeira floração. A excisão das outras flores da inflorescência oriunda da primeira floração, a emasculação floral e o ensacamento

necessitam ser realizados em condição prévia ao surgimento do botão floral rosado recém-emergido (“3F1”) de pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’, enquanto que na segunda floração essas práticas podem ser efetivadas durante a Fase Fenológica da Flor “3F3”. Realizar o acompanhamento da receptividade estigmática previamente ou concomitantemente aos testes de cruzamentos controlados em estudos da biologia reprodutiva das diferentes espécies e cultivares é extremamente relevante para evitar que o experimento seja influenciado por outros agentes polinizadores que não a polinização direcionada, o que comprometeria a avaliação dos tratamentos.

Os grãos de pólen são liberados na Fase Fenológica da Flor “3F5” e apresentam a máxima taxa de germinação até “3F6” em flores de pereiras japonesas (FAORO, 2009). Os estigmas florais de ‘Clapp’s Favourite’ continuaram receptivos até “3F7”, quando a maioria das anteras já passou pela deiscência e disponibilização dos grãos de pólen. Corroborando com os registros durante a primeira floração do presente experimento, Farkas e Orosz-Kovács (2009) já haviam detectado nesse genótipo o comportamento homogâmico atrasado. Nessa condição ocorre a ampliação do período efetivo de polinização, em que os estigmas permanecem receptivos por um período maior do que em cultivares protogínicas verdadeiras, causando a sobreposição espacial e temporal do amadurecimento dos pistilos e estames de um mesmo genótipo.

Durante os dois anos de acompanhamento da segunda floração de ‘Clapp’s Favourite’, os estigmas passaram a ser receptivos somente após dois dias decorridos da antese floral (Tabela 32). Resultados encontrados por Sanzol *et al.* (2003b) durante a primeira floração de ‘Spadona’ também evidenciaram a ocorrência de estigmas aptos à germinação de tubos polínicos a partir do segundo dia da condição de antese, enquanto que os maiores índices de fertilização dos rudimentos seminiais ocorreram quando os estigmas foram polinizados do oitavo ao décimo dia. Embora tenha havido um atraso de dois dias em relação à antese floral durante a emissão secundária de flores no presente experimento,

o comportamento homogâmico permanece, porém com uma menor defasagem de tempo em relação ao início do amadurecimento do androceu do que na primeira floração.

Essas informações divergem das suposições aludidas por Sanzol e Herrero (2001) para os atrasos no período de maturação e receptividade estigmática em pereiras europeias ‘Spadona’, em que as alterações detectadas poderiam estar relacionadas com um caso de protandria. Possivelmente durante a segunda floração de ‘Clapp’s Favourite’ haja uma aproximação da condição de homogamia verdadeira, em que, segundo Farkas e Orosz-Kovács (2009), há o amadurecimento praticamente simultâneo do gineceu e do androceu e os estigmas perdem a funcionalidade apenas após a deiscência da maioria das anteras.

Segundo Faoro (2009), em análise da floração primária de pereiras japonesas cultivadas em Caçador e São Joaquim ao longo de dois anos, a duração média desde a Fase Fenológica da Flor “3F4” (botão de flor recém aberto e as pétalas ainda curvadas) até “3F7” (botão floral com pétalas bem estendidas e com mais da metade ou todos os sacos polínicos pretos) foi de 7,0 dias em ‘Housui’; 8,5 dias em ‘Kousui’ e 9,8 dias em ‘Nijisseiki’. Em São Francisco de Paula, somente a partir do décimo dia decorrido da antese (considerada a Fase Fenológica da Flor “3F3”) foi detectada a perda da receptividade estigmática durante a segunda floração de ‘Clapp’s Favourite’ (Tabela 32), condição em que os estames possivelmente já tenham desempenhado a produção e a dispersão dos gametófitos masculinos.

A máxima germinação dos tubos polínicos verificada por Faoro (2009) ocorreu de “3F3” a “3F6” durante a primeira floração, havendo a redução da viabilidade a partir de “3F7”, última Fase Fenológica da Flor em que os estigmas das flores oriundas da primeira floração de ‘Clapp’s Favourite’ foram receptivos pela análise realizada com o emprego de peróxido de hidrogênio. A diminuição da germinação dos tubos polínicos na última Fase Fenológica da Flor em que há estigmas florais receptivos não seria de fundamental importância para ‘Clapp’s Favourite’ enquanto receptora de seus próprios grãos de pólen,

já que pelo ensaio de polinização a expressão da autogamia e da pseudocompatibilidade não foram detectadas (Tabelas 30 e 31). Contudo, a diminuição da germinação dos tubos polínicos poderia reduzir a autonomia estimulante à indução da frutificação partenocárpica sugerida por Moriya *et al.* (2005), em que a autopolinização, inclusive pela utilização de gametófitos incompatíveis de outras cultivares, poderia propiciar o aumento da produção de frutos com origem partenocárpica.

Rufato *et al.* (2011) também detectaram o aumento da frutificação de pereiras ‘Packham’s Triumph’ pela polinização com o genótipo semicompatível ‘Clapp’s Favourite’ em quantidade similar à ocorrida por influência da polinização aberta, sem que para tanto houvesse o aumento da formação de sementes viáveis. Segundo Floss (2011), o início da formação do fruto ocorre ainda durante o crescimento do tubo polínico dentro do ovário pelo estímulo à produção e ao acúmulo da auxina ácido indolacético (AIA), o que faz da germinação do grão de pólen um agente catalisador do crescimento do ovário e da frutificação.

Avaliando a biologia floral de pereiras, Konarska *et al.* (2005) verificaram que parte da região do nectário floral fica inacessível aos insetos polinizadores e que a inexistência de tricomas sobre a cutícula que recobre a epiderme da câmara nectarífera acelera o escorrimento em direção a essa fissura e favorece a evaporação do néctar secretado. Estas características, aliadas à baixa quantidade de açúcar, contribuem para a relativa baixa atratividade dessas flores aos insetos polinizadores e interferem diretamente na biologia reprodutiva de *Pyrus* spp..

Conforme Farkas e Orosz-Kovács (2003), as cultivares de pereira não apresentam necessariamente a mesma dinâmica de secreção de néctar, podendo variar em cada ano de acordo com o clima e o estágio fenológico, e até mesmo nem o secretar em determinadas florações. Quando o néctar não é produzido, a única recompensa floral ofertada é a produção polínica, sendo necessário que haja disponibilidade de grande quantidade de

grãos de pólen para que os visitantes florais sejam atraídos às flores. Dos seis genótipos de pereiras europeias avaliadas no Experimento 1 (Tabela 15), ‘Clapp’s Favourite’ foi um dos que mais emitiu grãos de pólen por antera e a cultivar que mais produziu grãos de pólen por flor na primeira floração, enquanto que dentre os três genótipos com floração secundária, ‘Santa Maria’ se destacou em relação a ambos os parâmetros produtivos de gametófitos masculinos (Tabela 16).

Considerando-se todas as limitações relacionadas à produção, constituição e oferta do néctar floral das pereiras, o período de liberação dos grãos de pólen e a época em que os estigmas estão receptivos são extremamente relevantes à polinização. Enquanto os grãos de pólen estão sendo disponibilizados, os insetos polinizadores de ‘Clapp’s Favourite’ também são dispersores dos seus grãos de pólen para a fecundação de outras cultivares, onde as Fases Fenológicas das Flores sequencialmente visitadas são condições primordiais para a adequada germinação dos tubos polínicos.

#### **4.2.3 Visitantes florais**

Como nem todos os insetos registrados puderam ser considerados efetivamente agentes polinizadores, a lista com as espécies foi subdividida entre os potenciais e improváveis vetores da transferência dos grãos de pólen aos estigmas florais de pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’. Dentro do grupo de potenciais polinizadores foram identificados insetos pertencentes às famílias Syrphidae (Diptera); Apidae, Halictidae e Vespidae (Hymenoptera); e Hesperiiidae (Lepidoptera).

Também se verificou a presença de visitantes florais de ‘Clapp’s Favourite’ das famílias Cantharidae, Chrysomelidae e Coccinellidae (Coleoptera); Coreidae e Reduviidae (Hemiptera); e Chrysopidae (Neuroptera), insetos que não apresentaram o comportamento de forrageamento dos recursos florais e de dispersão dos grãos de pólen. Na Tabela 34

constam as identificações desses visitantes à floração primária de ‘Clapp’s Favourite’ emitida em 2010/2011 e 2011/2012.

TABELA 34. Visitantes florais registrados a partir da antese da floração primária de pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’. São Francisco de Paula, RS. 2010/2011-2011/2012.

Ordem	Família	Nome Científico	Nome Comum	Identificação <sup>1</sup> (nº de indivíduos)
Polinizadores				
Diptera	Syrphidae	<i>Episyrphus</i> sp.	mosca amarela	13992 a 13999 (8)
Diptera	Syrphidae	<i>Eristalis</i> sp. 1	mosca das flores	14000 a 14002 (3)
Diptera	Syrphidae	<i>Eristalis</i> sp. 2	mosca das flores	14003 (1)
Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i> (Linnaeus, 1758)	abelha melífera	14017 (1)
Hymenoptera	Apidae	<i>Schwarziana quadripunctata</i> (Lepeletier, 1836)	abelha mel de chão, abelha guiruçu	14016 (1)
Hymenoptera	Apidae	<i>Tetragonisca angustula fiebrigi</i> (Schwarz, 1938)	abelha jataí	-
Hymenoptera	Apidae	<i>Trigona spinipes</i> (Fabricius, 1793)	abelha irapuá	14011 a 14015 (5)
Hymenoptera	Halictidae	<i>Agapostemon</i> sp.	abelha verde metálica	14018 (1)
Hymenoptera	Vespidae	-	vespa social, marimbondo	14019 (1)
Lepidoptera	Hesperiidae	-	borboleta	14020 (1)
Não Polinizadores				
Coleoptera	Cantharidae	-	besouro	14004 (1)
Coleoptera	Chrysomelidae	<i>Diabrotica speciosa</i> (Germar, 1824)	brasileirinho, vaquinha	-
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Harmonia axyridis</i> (Pallas, 1773)	joaninha asiática	14005 a 14010 (6)
Hemiptera	Coreidae	<i>Leptoglossus</i> sp.	Percevejo	-
Hemiptera	Reduviidae	-	Percevejo	14021 (1)
Neuroptera	Chrysopidae	<i>Chrysopa</i> sp.	bicho lixeiro, crisopa	-

<sup>1</sup> Registro utilizado para armazenamento da coleção no acervo do Museu de Entomologia Professor Ramiro Gomes Costa (MRGC) pela Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO).

Comparativamente, foi detectada maior diversidade de insetos nas pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’ cultivadas em São Francisco de Paula, com 10 espécies de potenciais polinizadores e seis sem essa característica, do que em São Joaquim (SC) por Faoro (2009), local em que houve apenas duas espécies de visitantes florais e que estas desempenharam atividade na polinização do pomar de pereiras japonesas ‘Housui’, ‘Kousui’ e ‘Nijisseiki’. Em Caçador - SC, Faoro (2009), além de oito espécies sem esse comportamento, também descreveu 10 outras de insetos polinizadores, condição que proporcionou heterogeneidade de visitantes florais similar à do presente registro. Segundo o autor, além do fator climático de temperaturas mais favoráveis ao ciclo de vida dos insetos, a maior diversidade ocorreu em Caçador em virtude da presença de uma floresta no entorno do pomar. As famílias dos potenciais polinizadores de pereiras japonesas detectadas em SC foram Apidae, Halictidae, Syrphidae, Vespidae, Melyridae e Nynphalidae. Além das quatro primeiras famílias citadas por Faoro (2009), também ocorreram polinizadores Hesperiidae no pomar de pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’.

Segundo Troian (2008), o município de São Francisco de Paula está inserido na região dos Campos de Cima da Serra, onde ocorre o Bioma Mata Atlântica em paisagem composta por Floresta com Araucária e campo (Floresta Ombrófila Mista). A silvicultura e a criação de gado são as principais atividades agropecuárias locais, sendo realizadas queimadas esporádicas após o término do inverno com o intuito de renovação da vegetação nativa para a alimentação animal, influenciando na biodiversidade local (BUCKUP *et al.*, 2008; TROIAN, 2008; KOCH & HENKES, 2013). O emprego de queimadas na região, sobretudo no mesmo período em que ocorre a floração dos pomares de pereiras europeias e que os insetos contribuem para a polinização, pode ter encoberto uma maior diversidade da entomofauna local, bem como interferido na presença de visitantes florais potencialmente polinizadores.

Durante as observações a campo, verificou-se que as abelhas sem ferrão jataí (*Tetragonisca angustula fiebrigi* Schwarz) e especialmente a irapuá (*Trigona spinipes* Fabricius) foram as visitantes florais mais frequentes. Essas espécies de abelhas recolheram grãos de pólen e alimentaram-se de néctar, entrando em contato também com os estigmas florais, condição preponderante para a polinização.

Não foi realizado um estudo direcionado à quantificação de indivíduos e tempo de forrageamento de cada espécie, tratando-se este ensaio de uma breve descrição dos visitantes florais associados às pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’ cultivadas em São Francisco de Paula e de considerações preliminares sobre os comportamentos destes insetos. Pesquisas com ênfase na flutuação populacional diária dos visitantes florais e na dinâmica de secreção do néctar floral de cada genótipo também têm se mostrado promissoras para a compreensão da biologia reprodutiva de pereiras europeias (FARKAS & OROSZ-KOVÁCS, 2003; KONARSKA *et al.*, 2005; FAORO, 2009; FARKAS & OROSZ-KOVÁCS, 2009), porém tais informações são incipientes ou mesmo inexistentes para as principais condições ecoclimáticas nacionais de cultivo dessa frutífera. Por outro lado, existe maior quantidade de pesquisas com enfoque na caracterização da área de ocorrência de insetos polinizadores nativos dessas regiões (WITTER *et al.*, 2007; WITTER & BLOCHTEIN, 2008).

Indivíduos de jataí foram visualizados frequentemente tocando as anteras das flores por pouco tempo e visitando diversas flores de ‘Clapp’s Favourite’, enquanto as abelhas irapuá mantinham-se muito tempo na mesma flor, sendo, por vezes, verificados numerosos indivíduos desta espécie na mesma inflorescência e, até mesmo, mais de uma irapuá por flor. A abelha irapuá já foi detectada em São Francisco de Paula por Witter *et al.* (2007). Essa espécie ocorre em abundância na região ecoclimática do Planalto Superior da Serra do Nordeste, assim como na Campanha, Serra do Sudeste, Depressão Central, Litoral, Região das Grandes Lagoas, e Alto e Médio Vale do Uruguai do RS (WITTER &

BLOCHTEIN, 2008). Embora com ampla distribuição geográfica e formação de colônias muito populosas (WITTER *et al.*, 2007), a tentativa de domesticá-la tem se mostrado difícil, pois não se adaptam às caixas tradicionalmente utilizadas e apresentam comportamento agressivo (WITTER & BLOCHTEIN, 2008). Indivíduos de irapuá também foram detectados por Faoro (2009) realizando a polinização de flores de pereiras japonesas cultivadas em Caçador, região ecoclimática do Meio-Oeste de SC, enquanto que em São Joaquim, município pertencente ao Planalto Serrano e de regime térmico mais ameno, não foram localizados em pomares das mesmas cultivares.

Segundo revisão realizada por Witter e Blochtein (2008), a abelha jataí necessita que as condições térmicas sejam de no mínimo 17°C para iniciar as atividades de voo, o que desfaz da Serra do Nordeste do RS sua região preferencial de ocorrência. A abelha jataí apresenta potencial para a meliponicultura por produzir mel, própolis e por atuar na polinização de cultivos, sendo verificada em abundância nas regiões da Depressão Central, Litoral, e Alto e Médio Vale do Uruguai.

Conforme Witter *et al.* (2007), já foi registrada a ocorrência de jataí em Rolante e Riozinho, municípios que fazem divisa com São Francisco de Paula e que compreendem a região ecoclimática da Encosta Inferior da Serra do Nordeste. A colonização por essa espécie tem se expandido acompanhando o crescimento urbano, fazendo seus ninhos em ocos de árvores e orifícios de construções de alvenaria ou de pedra. Apesar de apresentar condições térmicas mais restritivas do que a irapuá para iniciar as atividades de voo, a ampla adaptabilidade de jataí à construção de ninhos nos mais variados ambientes pode ter contribuído para que a sua ocorrência tenha se distribuído ainda mais, passando a ocupar também regiões de maior altitude e temperaturas mais amenas, como a região ecoclimática do Planalto Superior da Serra do Nordeste do RS.

Ainda que menos frequente no pomar, outra espécie de abelha nativa sem ferrão já verificada em São Francisco de Paula por Witter *et al.* (2007), conhecida popularmente

como guiruçu ou mel de chão (*Schwarziana quadripunctata quadripunctata*) por nidificar no solo, foi identificada como visitante floral e provável polinizadora de ‘Clapp’s Favourite’ no presente experimento. Witter e Blochtein (2008) a descreveram com potencialidade para a produção de mel e polinização, concentrando-se nessa região ecoclimática, bem como no Litoral, Alto e Médio Vale do Uruguai e Depressão Central. Conforme revisão realizada pelas autoras, essa espécie inicia as atividades de voo a partir dos 14°C, em condições térmicas inferiores às necessárias para a abelha jataí, preferencialmente na faixa horária compreendida entre as 8h e 13h.

Na propriedade onde este experimento foi conduzido não existiam colmeias de abelhas melíferas (*Apis mellifera*) e não era realizada a prática de colocá-las durante a floração, visitando as flores de ‘Clapp’s Favourite’ com menor frequência que as abelhas nativas. A abelha melífera apresenta por hábito recolher grãos de pólen e néctar floral, sendo que o último corresponde ao principal atrativo para as visitas e o que apresenta limitações relacionadas à produção, constituição e oferta por distintos genótipos de pereiras (FARKAS & OROSZ-KOVÁCS, 2003; KONARSKA *et al.*, 2005).

Benedek *et al.* (1998b) ao comparar o forrageamento por abelhas melíferas a 13 cultivares de pereiras, as flores de ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Conference’ foram as menos frequentadas, sobretudo pela redução da atratividade em razão da proporcional menor quantidade de flores abertas no período de análise. Em São Francisco de Paula sem adição de colmeias no pomar de ‘Clapp’s Favourite’ ou imediações, as abelhas melíferas foram atraídas à intensa floração concomitante do pomar de marmeleiros localizado no pomar adjacente, o qual exibia grande quantidade de indivíduos dessa espécie e menor expressividade de forrageamento por abelhas nativas.

Em condições diversas das avaliadas no presente experimento que não contou com o uso de colmeias, Benedek *et al.* (1998a) averiguaram por dois anos o comportamento de abelhas melíferas com a adição de colmeias populosas em pomar cultivado na Hungria,

composto por diferentes genótipos de pereiras, dentre eles ‘Clapp’s Favourite’. Mesmo com florações coincidentes de 16 espécies de plantas espontâneas nas entrelinhas e de um pomar de cerejeiras ácidas ‘Cigany Meggy’ (*Prunus cerasus* L.) nas adjacências, a simultaneidade de espécies em florescimento não restringiu o número de visitas às flores por abelhas melíferas. Os autores atribuíram a inexistência de intensa competição durante a floração às condições climáticas favoráveis ao regime floral de secreção do néctar pelas cultivares de pereiras analisadas.

Reis (2011) verificou em pomar de pereiras europeias ‘Rocha’ cultivado em Portugal que, apesar do baixo teor de sólidos solúveis, o néctar foi o recurso floral buscado pela maioria dos insetos (69%), enquanto que apenas 17% dos visitantes florais coletaram exclusivamente grãos de pólen. A abelha melífera permaneceu em cada flor desse genótipo, em média, por nove segundos, sendo visualizada com maior frequência no pomar em que haviam colmeias instaladas nas proximidades, enquanto que outros insetos persistiram na mesma flor por até 24 segundos.

Faoro (2009), ao contrário do observado em São Francisco de Paula, detectou que a abelha melífera foi a principal visitante e polinizadora floral de pereiras japonesas em Caçador e São Joaquim (SC) pela proximidade dos pomares de macieiras (*Malus domestica* Borkh.) com colmeias instaladas durante a floração. Ainda que com relativa maior produção diária e teor de sólidos solúveis do néctar floral de ‘Housui’, ‘Kousui’ e principalmente em ‘Nijisseiki’ nas Fases Fenológicas da Flor de “3F5” a “3F6”, foi constatado que a elevada biomassa de grãos de pólen foi ainda o principal atributo responsável pela atração dos insetos às flores dessas pereiras.

Segundo Farkas e Orosz-Kovács (2003), as flores de ‘Clapp’s Favourite’ podem não secretar néctar em determinados anos conforme a época, o clima e a Fase Fenológica da Flor. Em florações que essa recompensa é produzida por ‘Clapp’s Favourite’, a secreção de néctar ocorre quando as flores não abriram, em comportamento protogínico durante o

estádio de balão floral (“3F3”), condição não atrativa às abelhas melíferas. O néctar pode ser secretado posteriormente pelo mesmo genótipo, quando os botões florais desabrocharam e há coincidência entre a receptividade estigmática e a deiscência das anteras, em homogamia. Em trabalho posterior, Farkas e Orosz-Kovács (2009) detectaram que ‘Clapp’s Favourite’ pode ainda exibir comportamento homogâmico atrasado, também verificado durante a primeira floração no ensaio anterior (item “4.2.2” – Receptividade estigmática) nas condições ecoclimáticas de São Francisco de Paula. Contudo, foi observado que esse hábito aproximou-se do homogâmico verdadeiro na segunda floração do mesmo pomar avaliado (Tabelas 32 e 33).

Os distintos comportamentos entre floradas em relação à maturidade e funcionalidade do gineceu podem contribuir para modificações na dinâmica de produção e secreção do néctar e, conseqüentemente, na atratividade aos mais diversos visitantes florais. Como sugerem Farkas e Orosz-Kovács (2009) para o comportamento homogâmico atrasado – em que ocorre a permanência da receptividade estigmática e da produção de néctar mesmo após a perda da funcionalidade das anteras –, é de se pressupor que a produção nectarífera e o forrageamento pelos visitantes florais em busca desse recurso sejam mais bem distribuídos no tempo durante a primeira florada do que na floração secundária, de caráter mais próximo ao homogâmico verdadeiro.

*Agapostemon* spp. ocorrem principalmente em áreas antropizadas ou de vegetações arbustivas (RAMÍREZ-FREIRE *et al.*, 2012), alimentando-se tanto de grãos de pólen como de néctar floral (EICKWORT & EICKWORT, 1969). A abelha verde metálica (*Agapostemon* sp.) visitou frequentemente as flores do pomar de ‘Clapp’s Favourite’. Sua atividade forrageira nas flores das pereiras foi visualmente menor apenas do que a das demais abelhas, tendo menor constância de visitas às plantas ao longo das fileiras de plantio e movendo-se rapidamente, inclusive para distintas espécies vegetais. Mesmos assim, a abelha verde metálica pode ser considerada um agente polinizador de ‘Clapp’s

Favourite' em virtude do seu contato com o estigma e transmissão de grãos de pólen, mas de difícil captura dentro da flor devido ao movimento veloz que apresenta.

Acredita-se que a abelha verde metálica não seja um inseto polinizador especializado (BROUSSARD *et al.*, 2011). Shinnors (1957) também descreveu a abelha verde metálica como um inseto de voo extremamente rápido e de certa constância de forrageamento. Eickwort e Eickwort (1969) igualmente verificaram distintas morfoespécies dessas abelhas alimentando-se de uma ampla diversidade de plantas, forrageando em diferentes horas do dia e na maioria das flores disponíveis nas proximidades de seus ninhos.

Após Hymenoptera, os insetos da ordem Diptera foram os mais frequentes visitantes às flores de 'Clapp's Favourite'. Tepedino *et al.* (2007) e Ramírez e Davenport (2013) também detectaram que a ordem Diptera só foi menos frequente que a Hymenoptera nas flores de macieiras e pereiras, sendo Syrphidae a família com maior abundância dentre os visitantes florais dípteros. Salienta-se, no entanto, que assim como detectado no presente estudo com 'Clapp's Favourite' quanto ao forrageamento e transferência de grãos de pólen, Tepedino *et al.* (2007) verificaram que as abelhas nativas foram as principais agentes polinizadoras de pereiras europeias 'William's'.

Os gêneros de moscas detectados no pomar de 'Clapp's Favourite' foram *Episyrphus* sp. (mosca amarela), *Eristalis* sp. 1 e *Eristalis* sp. 2 (moscas das flores), todos pertencentes à família Syrphidae, visitantes florais que também cumpriram a tarefa de transportar grãos de pólen entre uma flor e outra no pomar. Os sirfídeos usualmente possuem atividade forrageadora floral nas mesmas espécies visitadas por abelhas, o que faz dessas moscas importantes competidoras por néctar e grãos de pólen (MORALES & KÖHLER, 2006).

A mosca amarela apresenta o hábito predador durante o ínstar larval e forrageador somente quando adulto (CAVACO, 2012). Descrita como ativa em dias de nebulosidade e

luminosidade, visita flores de coloração branca, amarela e rosa. Foi detectado que as flores de algumas espécies herbáceas aumentam a longevidade dos indivíduos adultos, como o funcho (*Foeniculum vulgare* L.) e a malva (*Malva sylvestris* L.), podendo ser empregadas em pomares para favorecer o desenvolvimento da mosca amarela (PINHEIRO *et al.*, 2013). Conforme Pineda (2008), uma diversidade de recursos vegetais com plenas florações em diferentes períodos potencializam distintos picos populacionais das morfoespécies de sirfídeos.

As moscas das flores foram descritas como uma das poucas visitantes florais, à exceção das abelhas melíferas, a transportar elevada carga de grãos de pólen compatíveis entre distintas cultivares de macieiras. Essa habilidade foi atribuída à grande quantidade de grãos de pólen normalmente encontrada em seus corpos e à constância com que elas visitam as flores das frutíferas (KENDALL, 1973; RAMÍREZ & DAVENPORT, 2013).

Segundo Souza e Zanuncio (2012), as vespas sociais, ou maribondos, desempenham funções ecológicas tanto como polinizadoras, ao serem atraídas principalmente pela secreção do néctar floral, quanto predadoras em ambientes naturais e agrícolas. A vespa (família Vespidae) também atuou como agente polinizadora de pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’, no entanto não foi possível determinar o gênero dessa visitante floral.

Foram relatadas 25 espécies de vespas sociais como visitantes florais de angiospermas no Rio Grande do Sul por Hermes e Köhler (2006), sendo detectadas nove dessas morfoespécies em flores de 41 espécies de angiospermas de ocorrência no município de São Francisco de Paula. Dentre elas, estava o pessegueiro bravo (*Prunus sellowii* Koehne) que, assim como a pereira europeia, pertence à família Rosaceae. Somavilla e Köhler (2012) verificaram que as vespas variam sua efetividade em polinizar de acordo com as espécies associadas e raramente são estudadas para tais fins, porém

atuam como visitantes regulares em flores e transportadoras de grãos de pólen nos mais diversos ambientes.

Detectaram-se lepidópteros (família Hesperiiidae) visitando as flores de ‘Clapp’s Favourite’, porém do mesmo modo que em relação à vespa, não foi possível identificar seu gênero. Estes lepidópteros apareceram em baixa frequência e podem ter contribuído eventualmente na polinização das pereiras europeias. As borboletas desta família são consideradas polinizadoras quando adultas, transportando grãos de pólen às flores do pomar ao forragearem em busca de néctar (COLLEVATTI *et al.*, 1998; LIZÁRRAGA *et al.*, 2008).

A presença do percevejo (*Leptoglossus* sp.), pertencente à família Coreidae, só foi detectada no último ano de avaliação. Gallo *et al.* (2002) descreveram esse gênero, tanto na forma adulta como na jovem, com alimentação baseada exclusivamente na sucção de seiva de ramos e frutos ainda novos. Althoff *et al.* (2005) verificaram que *Leptoglossus phylloppus* L. alimenta-se também de flores de *Yucca filamentosa* L. (íuca mansa), reduzindo a frutificação em virtude dos danos ocasionados pelas perfurações realizadas com o estilete, decorrendo na abscisão de botões e flores desabrochadas. No entanto, a relação prejudicial pela senescência floral não ficou muito clara naquele estudo porque na floração seguinte, em que havia praticamente o dobro da população desse percevejo, a frutificação de íuca mansa não foi afetada pela presença do inseto.

Em São Francisco de Paula, foi registrado que o percevejo *Leptoglossus* sp. alimentava-se das flores, a partir da sucção da câmara nectarífera e, por seu maior tamanho em relação aos outros insetos visitantes, entrava em contato com todos os verticilos florais. McCall e Irwin (2006) alertaram que a florivoria também pode beneficiar as plantas se o mesmo organismo atuar como polinizador, assumindo-se que os benefícios da polinização superam quaisquer custos potenciais associados aos danos florais. A movimentação de *Leptoglossus* sp. entre as flores de ‘Clapp’s Favourite’ foi menor do que os deslocamentos

registrados em vídeos para todos o insetos até aqui listados, assim como foi muito baixo o número de indivíduos dessa espécie observados a campo e sua constância nas flores das pereiras, o que não o torna um inseto efetivo na dispersão dos grãos de pólen.

Outro percevejo, este pertencente à família Reduviidae, também foi detectado como visitante floral não polinizador de ‘Clapp’s Favourite’. Entre os hemípteros, os reduvídeos têm sido relatados como importantes predadores polífagos de insetos (ROCHA *et al.*, 2002; AZEVEDO & NASCIMENTO, 2009; LEÃO *et al.*, 2009), sendo que outros visitantes podem ter sido o principal atrativo à presença desse percevejo nas flores de ‘Clapp’s Favourite’.

Foram verificados verticilos florais danificados por herbivoria quando na Fase Fenológica da Flor de “balão” (“3F3”). Segundo Gallo *et al.* (2002), a abelha irapuá consome folhas e ramos novos, flores, pedúnculos e frutos em espécies frutíferas, principalmente em *Citrus* spp.. Durante o florescimento, a abelha irapuá provoca a abertura das pétalas dos botões florais com suas mandíbulas, o que pode ter ocorrido no pomar de pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’ em virtude de ter sido detectada grande população dessa espécie.

Segundo Silveira *et al.*(2010), as lesões às flores de mirtilheiro por essa espécie de abelha provocaram baixa frutificação, além de ocasionarem a produção de frutos com menor tamanho pela reduzida formação de sementes ao interromperem a visita de outros potenciais polinizadores, influenciando na fecundação dos óvulos e no estímulo hormonal ao crescimento dos frutos. Contudo, Boiça Junior *et al.* (2004) sugeriram que a abelha irapuá ocasiona danos às flores desabrochadas do maracujazeiro (*Passiflora* spp. L.) para utilizar o tecido floral ou resinas contidas neste tecido visando a construção de ninhos, danos que não foram detectados nessas condições ou nas estruturas dos botões florais, frutos, ramos, folhas e pedúnculos de seis espécies de maracujazeiros por eles avaliados.

O brasileirinho (*Diabrotica speciosa*), inseto também conhecido popularmente por vaquinha, já foi apontado como polinizador em outras culturas (LENZI *et al.*, 2005; ROGALSKY *et al.*, 2009) e embora tenha sido registrada a sua presença no pomar de ‘Clapp’s Favourite’, não foi detectada efetivamente essa ação. Segundo Farkas e Orosz-Kovács (2003), a polinização por coleópteros ocorre em pereiras europeias quando suas flores entram na Fase Fenológica da Flor de botão rosado, que, em decorrência da protoginia, a exposição dos estigmas ocasiona uma pequena abertura das suas pétalas por onde estes insetos entram em busca de alimentos, como néctar e grãos de pólen. A exposição dos estigmas e a abertura do botão floral rosado foram verificadas no pomar de pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’, porém não foram encontrados insetos nas flores em Fase Fenológica de “3F1” a “3F3”, compreendido pelo período entre o botão floral rosado recém-emergido da gema e o botão floral em “balão”.

Wäckers *et al.* (2007) relataram a importância da inserção do néctar e dos grãos de pólen na alimentação de insetos herbívoros. Essa alteração na dieta não só molda a distribuição espacial das populações desses insetos, como também pode afetar a sua dinâmica temporal. Os coleópteros geralmente são atraídos às flores para se alimentarem essencialmente dos grãos de pólen, sendo raros os casos em que buscam o néctar. Contudo, coleópteros do gênero *Diabrotica*, como o brasileirinho, apresentam hábito alimentar diverso da maioria, sendo exclusivamente herbívoros na fase larval, passando a consumir tanto o néctar como os grãos de pólen quando adultos.

Com hábito matutino e noturno de visita às flores de pitaia (*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose) descrito por Marques *et al.* (2012), o brasileirinho alimentou-se dos verticilos de flores desabrochadas. Esse hábito de consumo alimentar foi diverso do observado no pomar em avaliação, em que as avarias foram ocasionadas às flores de ‘Clapp’s Favourite’ em “balão”, levando a crer que não foi essa a espécie responsável pelos danos. Faoro (2009) detectou alta ocorrência desses coleópteros ocasionando danos

similares aos verificados por Marques *et al.* (2012) às pereiras japonesas cultivadas em Caçador, sendo comum encontrar adultos desde antes da antese até a Fase Fenológica da Flor “3F8”, quando a flor apresentava uma ou algumas das pétalas caídas e todas as anteras estavam enegrecidas. Em ambos os trabalhos (FAORO, 2009; MARQUES *et al.*, 2012), assim como no presente experimento, não foram encontradas evidências de que o brasileiro tenha atuado como agente polinizador dessas frutíferas.

Conforme Maia *et al.* (2012) os besouros são considerados visitantes florais pouco especializados e por vezes destruidores por possuírem arcabouço mastigador, porém exibem grande importância como polinizadores apenas em interação com plantas cultivadas nos trópicos. Contrastantemente, Faoro (2009) realizou o primeiro registro de cantarofilia nessa cultura no Brasil, pela ação do besouro da pereira (*Astylus quadrilineatus* Germar), em pereiras japonesas cultivadas em São Joaquim. O besouro da pereira encontrou grande fonte de grãos de pólen nessas flores, quase que exclusiva recompensa floral disponível também à abelha melífera em virtude da descontínua e reduzida secreção de néctar, sendo essas duas espécies as únicas visitantes florais e polinizadoras detectadas no pomar.

Embora o termo cantarofilia tenha sido originado do registro da polinização intermediada por besouros antófilos da família Cantharidae, estes são em sua maioria predadores e raramente polinizadores (MAIA *et al.*, 2012). Foi constatado no presente experimento a presença de coleóptero pertencente à família Cantharidae, de gênero não determinado, sem que fosse constatada efetiva ação polinizadora nas flores de ‘Clapp’s Favourite’. Com atributos distintos dos verificados em ‘Clapp’s Favourite’, as flores e inflorescências cantarófilas foram relatadas por Maia *et al.* (2012) como sendo adaptadas para forte emissão de odores adocicados ou de material em decomposição, servindo como fonte de abrigo e nutrição por exibirem câmaras florais robustas e disponibilizarem grande fonte de tecidos nutritivos e grãos de pólen.

*Harmonia axyridis* (joaninha asiática) e *Chrysopa* sp. (bicho lixeiro ou crisopa) também foram outros insetos detectados como visitantes florais não polinizadores de ‘Clapp’s Favourite’. Segundo Coutinho (2007), as distintas espécies de joaninhas e crisopas são consideradas inimigas naturais por predarem outros insetos, e quando adultas incluem ainda em sua dieta substâncias açucaradas, tais como grãos de pólen, néctar e *honey dew*, realizando a pilhagem sem desempenhar ação efetivamente polinizadora.

### **4.3 Experimento 3: uso de fitorreguladores em pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’**

#### **4.3.1 Floração e frutificação**

A água utilizada na pulverização de fitorreguladores é um aspecto que pode influenciar na eficiência de uso desses compostos, principalmente pela adsorção dos compostos químicos a alguns cátions, tais como ferro e alumínio, presentes sobre a argila ou matéria orgânica em suspensão (SPRANKLE *et al.*, 1975). A dureza, detectada pela alta presença dos cátions cálcio e magnésio na água, em alta concentração ocasiona a substituição dos surfactantes, com formação de compostos insolúveis que perdem sua função, além da floculação e precipitação de diversos componentes da formulação. O pH da água também é fator preponderante na eficiência da aplicação dos agrotóxicos, por ser capaz de promover a alteração da estrutura molecular das substâncias químicas e resultar em reações de incompatibilidade (KISSMAN, 1998).

Conforme análise da água empregada na pulverização dos fitorreguladores (Apêndice 6), considerando-se os quesitos pH, dureza e teores totais de ferro e alumínio, esse meio utilizado para a distribuição dos fitorreguladores às plantas apresentou condições satisfatórias para uso segundo recomendações de Kissman (1998) e Almeida (2011). A produção de flores e inflorescências emitidas por ramo em 2009/2010, momento da

primeira pulverização, em 2010/2011 e em 2011/2012, sob influência do uso de fitorreguladores dos anos anteriores, são apresentadas na Tabela 35.

TABELA 35. Quantidade média de flores e inflorescências produzidas por ramo de pereira europeia 'Clapp's Favourite', antes do uso (2009/2010) e sob influência de fitorreguladores (2010/2011-2011/2012). São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012.

Tratamento	Flores/Ramo (n°)			
	2009/2010		2010/2011	2011/2012
1) Testemunha (água)	16,50 <sup>ns</sup>	A	7,82 a A	18,38 a A
2) PCa	19,69	A	5,56 ab A	19,63 a A
3) AG <sub>3</sub>	15,50	A	6,63 a A	17,82 a A
4) 6-BA + AG <sub>4+7</sub>	17,44	A	7,88 a A	7,13 ab A
5) (PCa) + (AG <sub>3</sub> )	21,19	A	4,94 ab B	9,00 ab AB
6) (PCa) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	19,13	A	2,88 ab B	7,75 ab AB
7) (AG <sub>3</sub> ) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	17,56	A	7,25 a AB	1,63 b B
8) (PCa) + (AG <sub>3</sub> ) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	19,63	A	1,38 b B	0,00 b B
CV (%)				47,84

Tratamento	Inflorescências/Ramo (n°)			
	2009/2010		2010/2011	2011/2012
1) Testemunha (água)	4,06 <sup>ns</sup>	A	2,06 a A	3,69 a A
2) PCa	4,56	A	1,94 ab A	3,94 a A
3) AG <sub>3</sub>	4,00	A	1,56 ab A	3,69 a A
4) 6-BA + AG <sub>4+7</sub>	4,63	A	1,75 ab A	1,81 abc A
5) (PCa) + (AG <sub>3</sub> )	4,94	A	1,38 ab B	2,19 ab AB
6) (PCa) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	4,88	A	0,69 b B	1,56 abc B
7) (AG <sub>3</sub> ) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	4,13	A	1,88 ab AB	0,31 bc B
8) (PCa) + (AG <sub>3</sub> ) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	4,50	A	0,69 b B	0,00 c B
CV (%)				42,01

PCa: proexadiona de cálcio; AG<sub>3</sub>: ácido giberélico; 6-BA + AG<sub>4+7</sub>: 6-benziladenina e ácidos giberélicos. Médias seguidas por letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo Teste de Tukey. <sup>ns</sup> Não significativo na coluna.

Durante o primeiro ano, a produção de flores e inflorescências por ramo não apresentou diferenças estatísticas entre as plantas distribuídas ao longo do pomar com o uso dos distintos tratamentos, resultado que era esperado, pois a indução e diferenciação floral nos meristemas ocorrem em momento prévio à pulverização dos fitorreguladores. Segundo Quezada e Nakasu (2003), a indução floral de gemas terminais de pereiras

européias incide, aproximadamente, 60 dias após o pleno florescimento, enquanto que a diferenciação dos primórdios florais acontece nas estações subsequentes, durante o verão e o outono.

Conforme o Experimento 1, houve alternância na emissão de flores por inflorescência de ‘Clapp’s Favourite’ nos anos seguintes (2010/2011 e 2011/2012), possivelmente por influência de uma supersafra obtida no ano de 2009/2010 e do decorrente aumento dos níveis endógenos de giberelinas que podem ter reduzido a diferenciação floral. Contudo, pela análise estatística do presente experimento, a produção de flores e inflorescências emitidas por ramo não variaram entre as florações primárias dos três anos acompanhados.

Considerando-se 2010/2011, primeiro ano de alternância da emissão floral por inflorescência (Experimento 1), a aplicação de proexadiona de cálcio isolada (T2 - PCa) ou combinada, seja apenas com ácido giberélico (T5 - PCa, AG<sub>3</sub>), citocinina e ácidos giberélicos (T6 - PCa, 6-BA + AG<sub>4+7</sub>) ou ainda com ambos fitoreguladores (T8 - PCa, AG<sub>3</sub> e 6-BA + AG<sub>4+7</sub>), tratamento este em que foi detectado o efeito mais desfavorável, ocasionou a redução da emissão de flores por ramo. Os tratamentos T6 e T8 diminuíram drasticamente, inclusive, o número de inflorescências emitidas por ramo.

Como verificado nesses resultados, Musacchi (2007) já havia relatado que a proexadiona de cálcio (PCa) – pertencente ao grupo químico dos inibidores de síntese de giberelinas – interfere na diferenciação dos primórdios florais nos anos sucessivos ao seu emprego, principalmente quando aplicada em concentrações elevadas no início da floração. Vanthournout *et al.* (2008) observaram a redução na emissão de flores também no ano seguinte à aplicação de PCa em pereiras europeias ‘Conference’ enxertadas sobre ‘Adams’, cultivadas na Bélgica. A alternância da emissão floral em ‘Conference’ foi verificada mesmo realizando-se as pulverizações fracionadas de PCa ao final da plena floração, um

mês após a plena floração, uma semana depois da segunda aplicação e outra na semana posterior à terceira pulverização.

A resposta ao uso de fitorreguladores pode diferir com a cultivar, padrão de absorção, translocação e modo de ação (BLANCO, 1991). Desta forma, aplicações de fitorreguladores em diferentes estádios fenológicos podem ocasionar alterações no desempenho esperado. Segundo Dussi (2010), a primeira aplicação de fitorreguladores em pereiras deve ser realizada no início da queda das pétalas, momento em que os ramos têm de 5 a 10 cm de comprimento. No presente estudo, eles foram aplicados em dois momentos distintos, sendo a concentração dividida igualmente, uma no início da queda das pétalas (estádio fenológico “G”) e a outra cerca de 30 dias mais tarde, quando os frutos apresentavam a partir de 3 cm de diâmetro (estádio fenológico “J”).

As cultivares de pereiras europeias também podem responder diferentemente ao número de aplicações e concentração de PCa. Conforme Smit (2005), ‘Rosemarie’, ‘Flamingo’, ‘Packham’s Triumph’ e ‘Golden Russet Bosc’ são muito sensíveis ao uso de PCa. ‘Rosemarie’ apresenta mediana sensibilidade e o uso de PCa pode ser realizado em baixa concentração, enquanto que em ‘Early Bon Chretien’, cultivar não tão sensível, o emprego deste fitorregulador apresenta poucas restrições.

Ao que indicam os resultados (Tabela 35), ‘Clapp’s Favourite’ também possui sensibilidade ao fitorregulador, especialmente quando consorciada com outros compostos e em anos que ocorra alternância de emissão floral, condição em que as plantas ficam ainda mais debilitadas. Em 2011/2012, o uso isolado de PCa (T2) e ácido giberélico (T3), em formulação AG<sub>3</sub>, não foram prejudiciais à emissão de flores e inflorescências por ramo. No entanto, o uso combinado de giberelina AG<sub>3</sub> com o produto que originalmente contém citocinina 6-BA e giberelinas AG<sub>4+7</sub> na sua formulação (T7) e a associação dessas substâncias com a PCa (T8) influenciaram negativamente na emissão de flores e inflorescências por ramo.

Segundo Sansavini *et al.* (2008), baixas concentrações de giberelinas e o seu uso limitado não comprometem o tempo de retorno ao florescimento, porém sob altas concentrações interferem na diferenciação dos primórdios florais, afetando a produção de inflorescências. Provavelmente a combinação de ácidos giberélicos, AG<sub>4+7</sub> com o AG<sub>3</sub>, assim como a adição da inibidora de biossíntese de giberelinas, PCa, a essa composição aplicada em 'Clapp's Favourite' alteraram o tempo de retorno ao florescimento, respectivamente, pela superdosagem de giberelinas e pelo plausível desbalanço fisiológico advindo do uso de produtos com modos de ação antagônicos.

Cabe salientar que a reaplicação dos produtos não alterou o número de flores emitidas por inflorescência de 'Clapp's Favourite'. O que modificou com o reemprego dos fitorreguladores foi o número de gemas que foram induzidas a diferenciar seus primórdios florais, desse modo influenciando no número de inflorescências por ramo e, conseqüentemente, na quantidade total de flores contidas nas mesmas estruturas.

Comparativamente entre os dois primeiros anos, efeitos de reações adversas decorrentes da pulverização das misturas (T5 a T8) foram verificados na primeira floração seguinte ao uso dos produtos (2010/2011), sendo menos intensa na associação de AG<sub>3</sub> com 6-BA + AG<sub>4+7</sub> (T7). A interferência na indução à diferenciação floral das gemas persistiu no ano seguinte (2011/2012) com a reaplicação das associações de fitorreguladores, principalmente na emissão de flores por ramo de T7 e T8 e para produção de inflorescências por ramo de T6, T7 e T8.

No primeiro ano (2009/2010), a frutificação efetiva aos 30 e 60 dias após a plena floração (DAPF) não foi influenciada pelo uso de fitorreguladores (Tabela 36). Em outro trabalho realizado nesse mesmo pomar, também em ano inicial de aplicação de fitorreguladores, o uso de 6-BA + AG<sub>4+7</sub> em maior concentração (18,80 mg L<sup>-1</sup>) na plena floração e AVG (inibidor da síntese do etileno, fitorregulador não testado no presente experimento) 15 dias após, a 2 g L<sup>-1</sup>, bem como o uso isolado do AVG na mesma época e

concentração, promoveram o aumento da frutificação efetiva aos 60 DAPF de pereiras ‘William’s’. Todos estes tratamentos também garantiram maior frutificação, calculada a partir do número inicial de flores, em ‘Packham’s Triumph’, superiores em relação à testemunha em, respectivamente, 47% e 42%, enquanto que em ‘William’s’, foram aumentados em 139% e 77% (LUZ, 2012).

TABELA 36. Frutificação efetiva de pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’ aos 30 e 60 dias após a plena floração (DAPF), sob influência de fitoreguladores. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012.

Tratamento	Frutificação Efetiva aos 30 DAPF (%)					
	2009/2010		2010/2011		2011/2012	
1) Testemunha (água)	119,75 <sup>ns</sup>	B	124,25 <sup>ns</sup>	AB	249,25	ab A
2) PCa	117,25	A	92,75	A	154,25	bc A
3) AG <sub>3</sub>	103,00	B	91,75	B	259,00	ab A
4) 6-BA + AG <sub>4+7</sub>	130,25	B	150,25	AB	237,00	ab A
5) (PCa) + (AG <sub>3</sub> )	156,25	AB	79,25	B	237,75	ab A
6) (PCa) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	116,50	B	129,25	B	356,75	a A
7) (AG <sub>3</sub> ) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	138,00	A	77,50	A	95,75	bc A
8) (PCa) + (AG <sub>3</sub> ) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	143,00	A	168,75	A	0,00	c B
CV (%)						46,26

Tratamento	Frutificação Efetiva aos 60 DAPF (%)					
	2009/2010		2010/2011		2011/2012	
1) Testemunha (água)	85,25 <sup>ns</sup>	A	67,50	ab A	41,00	abc A
2) PCa	88,00	A	52,75	b A	47,50	abc A
3) AG <sub>3</sub>	83,00	A	51,50	b A	64,75	a A
4) 6-BA + AG <sub>4+7</sub>	98,25	A	95,50	ab A	77,50	a A
5) (PCa) + (AG <sub>3</sub> )	98,50	A	55,25	b A	82,50	a A
6) (PCa) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	88,00	A	75,00	ab A	58,50	ab A
7) (AG <sub>3</sub> ) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	88,50	A	53,25	b AB	8,25	bc B
8) (PCa) + (AG <sub>3</sub> ) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	95,50	A	118,75	a A	0,00	c B
CV (%)						54,19

PCa: proexadiona de cálcio; AG<sub>3</sub>: ácido giberélico; 6-BA + AG<sub>4+7</sub>: 6-benziladenina e ácidos giberélicos. Médias seguidas por letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo Teste de Tukey. <sup>ns</sup> Não significativo na coluna.

A aplicação de maior concentração de 6-BA + AG<sub>4+7</sub> realizada por Luz (2012) na plena floração de ‘William’s’ pode ter contribuído para mais satisfatória frutificação

efetiva do que no presente experimento. Além disso, a resposta não diferenciada ao uso do mesmo fitorregulador em ‘Clapp’s Favourite’ pode estar relacionada, além do fato de serem distintas cultivares, com a época de aplicação.

As pulverizações efetivadas ao início da queda das pétalas de ‘Clapp’s Favourite’ e principalmente cerca de um mês após podem ter sido tardias, momento em que a fixação dos frutos já estava em condição praticamente definida, em que muitos frutos inclusive já haviam se desprendido da planta, resultando em frutificação similar à das plantas testemunhas (T1). Conforme os dados de Fenologia acompanhados somente em 2010/2011 e 2011/2012 (item “4.1.4” do Experimento 1), a plena floração de ‘Clapp’s Favourite’ incidiu em 23/09/2010 e 19/09/2011, o que correspondeu, respectivamente, às primeiras aplicações de fitorreguladores aos 6 DAPF e 11 DAPF; enquanto que as segundas pulverizações foram realizadas aos 40 DAPF e 41 DAPF.

A frutificação refere-se ao estágio em que as flores são retidas na árvore ou então sofrem abscisão. O processo de abscisão inicia pelas flores não polinizadas, seguidas pelas flores polinizadas, mas não fertilizadas e em diversas ondas subsequentes, ocorre a queda das flores fertilizadas (HIRST, 2003). O mecanismo mais intenso de autorregulação de carga ocorre geralmente até 40 DAPF (SALAYA, 2000), época que provavelmente foi imprópria para o controle da regulação da frutificação efetiva mediante o emprego de fitorreguladores.

Conforme Dussi (2010), o AVG apresenta modo de ação complementar à combinação da citocinina 6-BA e giberelinas  $AG_{4+7}$ , evitando a queda prematura de frutinhas ao ser utilizado nos primeiros sintomas de queda anormal por atuar momentaneamente sobre a zona de abscisão do pedúnculo. Se o AVG também tivesse sido empregado no presente experimento em São Francisco de Paula, assim como realizado por Luz (2012) aos 15 dias decorridos da plena floração de pereiras europeias ‘Packham’s Triumph’ e ‘William’s’ na mesma propriedade, poderia ter havido maior retenção dos

frutos de 'Clapp's Favourite' por este fitorregulador agir como inibidor da biossíntese de etileno.

Em 2010/2011, novamente não foi detectada alteração na frutificação efetiva aos 30 DAPF pelo emprego de fitorreguladores. Apesar de corresponder a um parâmetro que compõe o cálculo da frutificação efetiva, o número inicial de inflorescências das pereiras submetidas à PCa combinada com 6-BA + AG<sub>4+7</sub> (T6) e à tríplice mistura (T8) foi inferior ao das plantas testemunhas (T1) sem, entretanto, prejudicar a fixação inicial dos frutos.

A reduzida emissão inicial de inflorescências por ramo (Tabela 35) promoveu a maior retenção das poucas flores emitidas pelas plantas em que os três fitorreguladores foram empregados (T8), colaborando para o alto índice de frutificação efetiva aos 60 DAPF. Esse valor foi superior aos originados pelo uso de PCa (T2), giberelina AG<sub>3</sub> (T3), associação desses dois fitorreguladores com modos de ação antagônicos (T5) e mistura da AG<sub>3</sub> com 6-BA + AG<sub>4+7</sub> (T7). Contudo, a aplicação da tríplice mistura de fitorreguladores (T8) em anos, como verificado em 2009/2010, sem alternância de emissão floral e de alto retorno à floração não garante necessariamente o aumento da frutificação efetiva.

Embora não tenha diferido estatisticamente da testemunha quanto à frutificação efetiva aos 60 DAPF, 6-BA + AG<sub>4+7</sub> isolado (T4) e associado à PCa (T6) apresentaram frutificação efetiva superior em, respectivamente, 41 e 11% quando comparadas à testemunha, enquanto que o T8 teve 76% mais frutos fixados nessa condição. No mesmo ano e pomar, Luz (2012) encontrou alta frutificação efetiva aos 60 DAPF em 'William's', estimada a partir do número inicial de flores emitidas, com o uso de PCa (1,25 g L<sup>-1</sup>) ou 6-BA + AG<sub>4+7</sub> (18,80 mg L<sup>-1</sup>) na plena floração. No tratamento em que 6-BA + AG<sub>4+7</sub> foi aplicado, fazia parte a pulverização de AVG, 15 DAPF, que em diferentes concentrações (1 g L<sup>-1</sup> e 2 g L<sup>-1</sup>) ocasionou o aumento da frutificação. Eles foram superiores em, respectivamente, 107%, 148% e 100% em relação à testemunha. Com a mesma época de aplicação de 6-BA + AG<sub>4+7</sub> e, na menor concentração testada, de AVG em pereiras

europeias ‘Packham’s Triumph’, encontrou-se naquele trabalho frutificação 126% maior que a testemunha, sendo que PCa ( $2,5 \text{ g L}^{-1}$ ) obteve resultado tão satisfatório quanto o da referida combinação de fitorreguladores.

No ano seguinte (2011/2012), o emprego de PCa (T2), a associação dos produtos contendo ácidos giberélicos (T7 - AG<sub>3</sub> e 6-BA + AG<sub>4+7</sub>) e a tríplice combinação de fitorreguladores (T8 - PCa, AG<sub>3</sub> e 6-BA + AG<sub>4+7</sub>) ocasionaram as menores frutificações efetivas de ‘Clapp’s Favourite’ aos 30 DAPF. Um mês após essa avaliação (60 DAPF), aplicações isoladas de compostos comerciais à base de giberelinas – caso do AG<sub>3</sub> (T3), 6-BA + AG<sub>4+7</sub> (T4) e PCa associada ao AG<sub>3</sub> (T5) – foram mais benéficas do que quando as giberelinas foram associadas, com pulverizações de AG<sub>3</sub> combinado com 6-BA + AG<sub>4+7</sub> (T7) e mediante a mistura dos três fitorreguladores (T8).

Mesmo sem diferir estatisticamente da testemunha (T1), AG<sub>3</sub> (T3), 6-BA + AG<sub>4+7</sub> (T4) e PCa associada ao AG<sub>3</sub> (T5) apresentaram frutificação efetiva, respectivamente, 58%, 89% e 101% acima das plantas não submetidas aos fitorreguladores. Em contraposição, quando foram misturadas as giberelinas que contivessem distintas composições (6-BA + AG<sub>4+7</sub> - T7; e PCa, AG<sub>3</sub> e 6-BA + AG<sub>4+7</sub> - T8), as frutificações efetivas aos 60 DAPF corresponderam a, respectivamente, apenas 20% e 0% das verificadas nas plantas testemunhas (T1).

Com o emprego de AG<sub>3</sub> combinado com 6-BA + AG<sub>4+7</sub> (T7) ao longo dos anos, o índice de frutificação efetiva aos 60 DAPF foi reduzindo gradativamente, assim como a produção de flores e inflorescências por ramo (Tabela 35), possivelmente em virtude do excesso de ácidos giberélicos (AG<sub>4+7</sub> combinados ao AG<sub>3</sub>), os quais comprometeram a diferenciação dos primórdios florais e a frutificação. As giberelinas podem aumentar a frutificação efetiva e a produtividade através da partenocarpia, porém quando em elevados níveis suprimem a indução das gemas florais e originam efeitos adversos na fixação dos frutos, inclusive por causarem a morte dos embriões e a queda prematura dos frutos

(WALSH, 2003; SANSAVINI *et al.*, 2008). A combinação de todos os fitorreguladores (T8) originaram implicações ainda mais drásticas na diferenciação dos primórdios florais e no tempo de retorno ao florescimento no terceiro ciclo consecutivo de pulverização, marcado pela ausência de inflorescências (Tabela 35) e, conseqüentemente, pela supressão da formação de frutos.

A frutificação efetiva aos 30 DAPF decorrente da mistura de PCa e 6-BA + AG<sub>4+7</sub> (T6) aumentou no último ano comparativamente aos dois anos anteriores, porém sem notórias conseqüências na quantidade de frutos remanescentes aos 60 DAPF. Petri *et al.* (2010) verificaram, em experimento conduzido em Caçador, que ‘Rocha’ é menos responsiva do que ‘Packham’s Triumph’ ao emprego de PCa (3,30 g L<sup>-1</sup>) e 6-BA + AG<sub>4+7</sub> (9,40 mg L<sup>-1</sup>) nos estádios fenológicos “F” (pelo menos uma flor aberta) e “F2” (todas as flores abertas, em que a última flor a abrir esteve em antese recentemente). O uso de PCa aumentou a frutificação efetiva e a combinação desses produtos resultou em maior produção de frutos por ramo em pereiras ‘Packham’s Triumph’. No entanto, não foram detectadas diferenças com o uso dos referidos fitorreguladores em ‘Rocha’, apenas uma tendência ao aumento da frutificação efetiva pelo uso de 6-BA + AG<sub>4+7</sub>, assim como observado no presente trabalho na frutificação efetiva aos 30 DAPF e 60 DAPF de ‘Clapp’s Favourite’ durante 2011/2012.

#### **4.3.2 Vigor vegetativo**

Conforme Sansavini *et al.* (2008), os inibidores de biossíntese de giberelinas podem auxiliar em pomares que estejam longe do equilíbrio entre reduzido vigor e alta produção, porém devem ser utilizados conjuntamente com outras práticas de manejo, especialmente durante o início do desenvolvimento do ano de crescimento. Na área em questão, a densidade de plantio adotada foi de 8.333 plantas ha<sup>-1</sup>, a qual é considerada bastante

elevada para o porta-enxerto ‘Adams’, cuja densidade média de plantio recomendada é inferior a 4.000 plantas ha<sup>-1</sup> (MUSACCHI *et al.*, 2011).

Os dados referentes à altura da planta e ao diâmetro do tronco registrados durante os três anos de pulverizações dos fitorreguladores são apresentados na Tabela 37. Em 2009/2010 e 2010/2011, as plantas apresentaram altura similar independente do tratamento empregado. Por outro lado, as mesmas plantas exibiram distintas alturas no decorrer dos anos em virtude da prática de desponte realizada pelo produtor durante a poda seca.

TABELA 37. Altura da planta e diâmetro do caule das pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’, sob influência de fitorreguladores. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012.

Tratamento	Altura da Planta (m)		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
1) Testemunha (água)	3,28 <sup>ns</sup>	3,18 <sup>ns</sup>	3,34 a
2) PCa	2,92	2,95	2,97 b
3) AG <sub>3</sub>	3,27	3,21	3,33 a
4) 6-BA + AG <sub>4+7</sub>	3,34	3,23	3,34 a
5) (PCa) + (AG <sub>3</sub> )	3,07	3,00	3,16 ab
6) (PCa) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	3,12	3,09	3,29 a
7) (AG <sub>3</sub> ) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	3,04	2,95	3,16 ab
8) (PCa) + (AG <sub>3</sub> ) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	3,11	3,04	3,18 ab
CV (%)	5,29		
Tratamento	Diâmetro do Caule (mm)		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
1) Testemunha (água)	58,69 ab A	68,64 ab A	70,55 <sup>ns</sup> A
2) PCa	52,60 b A	58,11 b A	61,02 A
3) AG <sub>3</sub>	59,08 ab A	68,48 ab A	71,20 A
4) 6-BA + AG <sub>4+7</sub>	58,57 ab A	67,34 ab A	72,76 A
5) (PCa) + (AG <sub>3</sub> )	66,61 a A	71,88 a A	76,59 A
6) (PCa) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	55,59 ab B	62,04 b A	65,42 A
7) (AG <sub>3</sub> ) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	57,94 ab A	69,62 ab A	72,19 A
8) (PCa) + (AG <sub>3</sub> ) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	53,36 ab A	64,20 ab A	67,74 A
CV (%)	5,56		

PCa: proexadiona de cálcio; AG<sub>3</sub>: ácido giberélico; 6-BA + AG<sub>4+7</sub>: 6-benziladenina e ácidos giberélicos. Médias seguidas por letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo Teste de Tukey. <sup>ns</sup> Não significativo na coluna.

Ao término do terceiro ano de pulverização consecutiva (2011/2012), contudo, o uso isolado de PCa (T2) proporcionou menor altura às plantas, quando comparadas às testemunhas (T1). A redução do crescimento pelo uso de PCa ocorre por haver o bloqueio das diferentes fases de biossíntese de giberelinas, e, segundo Dussi (2010), os assimilados que não são mais necessários ao crescimento ficam disponíveis aos pequenos frutos e outras estruturas.

Conforme Musacchi (2008), associado ao uso do marmeleiro como porta-enxerto, produtos a base de AG<sub>3</sub> e 6-BA + AG<sub>4+7</sub> têm permitido o controle do desenvolvimento vegetativo da copa e a obtenção de altas produtividades em cultivares de difícil frutificação, como 'Abate Fetel'. Naquelas condições, o uso dos referidos fitorreguladores visam principalmente à obtenção de frutos partenocárpicos, permitindo a regularização da produção, reduzindo inclusive o fenômeno da alternância de produção. No presente experimento, contudo, a contenção do crescimento da copa não ocorreu mediante o emprego dos tratamentos que envolviam o uso isolado destes fitorreguladores (T3 e T4).

Ao final do primeiro e segundo anos (2009/2010 a 2010/2011), a mistura de PCa com AG<sub>3</sub> (T5) proporcionou a obtenção de plantas com maior diâmetro de caule do que com o uso exclusivo de PCa (T2), bem como o diâmetro do caule das plantas de T5 foi superior ao de T6 (PCa combinado à 6-BA + AG<sub>4+7</sub>) no segundo ano. Em 2011/2012, as pereiras exibiram diâmetros de caule similares, independente do tratamento empregado.

Comparando-se o desempenho dos fitorreguladores no decorrer dos anos, apenas o uso de PCa com 6-BA + AG<sub>4+7</sub> (T6) causou alterações significativas sobre o diâmetro do caule. Mediante o emprego desse tratamento, houve uma contenção inicial do vigor de desenvolvimento do diâmetro do caule em 2009/2010, parâmetro que aumentou no ano seguinte e se manteve no ano subsequente.

O comprimento das brotações emitidas em 2010/2011 e 2011/2012 teve brusca alteração de crescimento de um ano para outro (Tabela 38). Durante o processo de entrada

em dormência ao final de 2009/2010, no mês de maio, foi realizada, por decisão do produtor, uma poda seca severa das plantas com a remoção dos principais ramos que continham a maioria das gemas florais. Assim, após o repouso hibernar, as plantas responderam à realização da poda com acentuado crescimento das brotações e não foram detectadas diferenças entre a aplicação dos fitorreguladores (T2 a T8) e a testemunha (T1) em 2010/2011.

TABELA 38. Comprimento das brotações dos ramos marcados das pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’, sob influência de fitorreguladores. São Francisco de Paula, RS. 2010/2011-2011/2012.

Tratamento	Comprimento das Brotações (cm)	
	2010/2011	2011/2012
1) Testemunha (água)	49,45 <sup>ns</sup> A	15,13 ab B
2) PCa	39,98 A	5,63 b B
3) AG <sub>3</sub>	46,06 A	9,75 ab B
4) 6-BA + AG <sub>4+7</sub>	52,10 A	21,94 a B
5) (PCa) + (AG <sub>3</sub> )	49,01 A	10,25 ab B
6) (PCa) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	49,29 A	14,94 ab B
7) (AG <sub>3</sub> ) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	48,11 A	15,25 ab B
8) (PCa) + (AG <sub>3</sub> ) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	42,79 A	12,19 ab B
CV (%)		21,67

PCa: proexadiona de cálcio; AG<sub>3</sub>: ácido giberélico; 6-BA + AG<sub>4+7</sub>: 6-benziladenina e ácidos giberélicos. Médias seguidas por letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo Teste de Tukey. <sup>ns</sup> Não significativo na coluna.

O emprego da prática de poda severa ocasionou a emissão de brotações mais vigorosas em 2010/2011 do que em 2011/2012 para todos os tratamentos. Grande crescimento de ramos como os de 2010/2011 foram observados durante dois anos por Jaumién *et al.* (1986) em pereiras ‘Clapp’s Favourite’ enxertadas em *P. caucasica* Fed., nas condições de cultivo da Polônia, país indicado por Aldasoro *et al.* (2005) como o local de surgimento de *P. communis* durante o Plioceno.

Em 2011/2012, a aplicação de PCa (T2) conteve o vigor vegetativo das brotações apenas em relação ao uso de 6-BA + AG<sub>4+7</sub> (T4). Lafer (2008) detectou a redução do

crescimento dos ramos de ‘William’s’ durante dois anos pelo uso de PCa ( $0,25 \text{ g L}^{-1}$ ) na plena floração em relação aos demais tratamentos, dentre eles a testemunha e o uso de AG<sub>3</sub> ( $10 \text{ mg L}^{-1}$ ) no mesmo estágio fenológico.

Por outro lado, foi detectado por Negi e Sharma (2005) que o uso de AG<sub>3</sub> ( $30 \text{ mg L}^{-1}$ ) isolado ou associado à citocinina BA na plena floração ocasionou o aumento do crescimento dos ramos e do comprimento internodal de brotações de pereiras europeias ‘Flemish Beauty’, genótipo de floração errática e de baixa produtividade. No presente experimento, contudo, a dimensão das brotações das pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’ foram contidas por PCa (T2) apenas em relação à combinação de citocinina com giberelinas (T4 - 6-BA + AG<sub>4+7</sub>).

Pereiras europeias ‘Rosemarie’, ‘Flamingo’, ‘Packham’s Triumph’ e ‘Golden Russet Bosc’ são muito sensíveis ao uso de PCa conforme trabalho realizado por Smit *et al.* (2005), sendo que as duas últimas cultivares tiveram o crescimento de suas brotações reduzido em até 50% pelo uso desse inibidor da biossíntese de giberelinas. No presente estudo, mesmo sem diferir estatisticamente da testemunha (T1), a aplicação de PCa (T2) promoveu em 2010/2011 e 2011/2012 a redução do comprimento das brotações em, respectivamente, 20% e 63% em relação ao das emitidas pelas plantas sem o emprego de fitorreguladores.

### 4.3.3 Produção

A quantidade e a massa total dos frutos produzidos por planta e a produtividade estimada das pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’ constam na Tabela 39. Em 2009/2010, não foi verificada a influência da aplicação dos fitorreguladores no somatório da quantidade de frutos produzidos por planta, porém a massa total da produção por planta e a produtividade estimada foram favorecidas pelo emprego de PCa associada ao AG<sub>3</sub> (T5) em relação ao uso de PCa isolada (T2) ou da PCa em combinação com 6-BA + AG<sub>4+7</sub> (T6).

TABELA 39. Quantidade e massa média da produção de frutos por planta e estimativa da produtividade das cultivares de pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’, sob influência de fitorreguladores. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012.

Cultivar	Produção (n° frutos planta <sup>-1</sup> )		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
1) Testemunha (água)	30,63 <sup>ns</sup> A	9,50 a B	5,38 abc B
2) PCa	32,13 A	4,13 ab B	6,13 ab B
3) AG <sub>3</sub>	32,38 A	6,50 ab B	10,25 a B
4) 6-BA + AG <sub>4+7</sub>	33,13 A	7,13 ab B	1,50 bcd B
5) (PCa) + (AG <sub>3</sub> )	45,00 A	2,25 b B	0,63 cd B
6) (PCa) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	27,50 A	0,88 b B	1,13 bcd B
7) (AG <sub>3</sub> ) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	32,63 A	1,88 b B	0,13 d B
8) (PCa) + (AG <sub>3</sub> ) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	36,00 A	1,75 b B	0,38 d B
CV (%)	0,44		
Cultivar	Produção (kg planta <sup>-1</sup> )		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
1) Testemunha (água)	4,86 ab A	1,32 a B	0,54 abc B
2) PCa	4,44 b A	0,46 abc B	0,57 ab B
3) AG <sub>3</sub>	5,29 ab A	0,84 ab B	1,02 a B
4) 6-BA + AG <sub>4+7</sub>	5,25 ab A	0,94 ab B	0,15 bcd B
5) (PCa) + (AG <sub>3</sub> )	6,47 a A	0,28 bc B	0,07 d B
6) (PCa) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	4,16 b A	0,12 c B	0,11 cd B
7) (AG <sub>3</sub> ) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	5,14 ab A	0,29 b B	0,01 d B
8) (PCa) + (AG <sub>3</sub> ) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	5,79 ab A	0,22 bc B	0,04 d B
CV (%)	0,15		
Cultivar	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
1) Testemunha (água)	40.519 ab A	10.958 a B	4.524 abc B
2) PCa	36.978 b A	3.833 abc B	4.735 ab B
3) AG <sub>3</sub>	44.102 ab A	7.021 ab B	8.457 a B
4) 6-BA + AG <sub>4+7</sub>	43.707 ab A	7.833 ab B	1.231 bcd B
5) (PCa) + (AG <sub>3</sub> )	53.894 a A	2.292 bc B	605 d B
6) (PCa) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	34.644 b A	1.000 c B	911 cd B
7) (AG <sub>3</sub> ) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	42.790 ab A	2.375 bc B	101 d B
8) (PCa) + (AG <sub>3</sub> ) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	48.206 ab A	1.854 bc B	304 d B
CV (%)	0,45		

PCa: proexadiona de cálcio; AG<sub>3</sub>: ácido giberélico; 6-BA + AG<sub>4+7</sub>: 6-benziladenina e ácidos giberélicos. Médias seguidas por letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo Teste de Tukey. <sup>ns</sup> Não significativo na coluna.

Vilardell *et al.* (2008) verificaram um aumento na produção por planta e produtividade com a combinação de 6-BA + AG<sub>4+7</sub> na plena floração e PCa pulverizada 15 dias após a queda de pétalas em pereiras ‘Abate Fetel’ cultivadas na Espanha. Segundo os autores, os componentes do primeiro produto pulverizado funcionam como promotores de crescimento em nível celular e ajudam na formação dos frutinhos imediatamente após a floração, contrariando os efeitos das baixas temperaturas, enquanto que a PCa empregada após a floração apresentaria o efeito de redução da competição entre os frutinhos e as brotações vigorosas. No presente trabalho, possivelmente a época de emprego e a combinação simultânea dos produtos da mesma associação (T6) em ‘Clapp’s Favourite’ não tenham possibilitado esse aumento na frutificação efetiva (Tabela 36) e produtividade.

Os tratamentos que consistiram na mistura dos fitorreguladores – PCa associada ao AG<sub>3</sub> (T5), PCa combinada com 6-BA + AG<sub>4+7</sub> (T6), AG<sub>3</sub> mesclado com 6-BA + AG<sub>4+7</sub> (T7) e a mistura dos três princípios ativos (T8) – prejudicaram a produção em massa e quantidade de frutos por planta, assim como a produtividade de ‘Clapp’s Favourite’ em 2010/2011. Na safra subsequente (2011/2012), a produção por planta e o rendimento estimado foram desfavorecidos somente pelo emprego de AG<sub>3</sub> mesclado com 6-BA + AG<sub>4+7</sub> (T7) e da tríplice combinação de fitorreguladores (T8).

A produção em quantidade e massa de frutos, assim como a produtividade do pomar notoriamente foram superiores na safra 2009/2010 em relação aos demais anos para todos os tratamentos realizados, incluindo-se a testemunha (T1). Com esses resultados, pode-se afirmar que o emprego dos fitorreguladores não foi satisfatório no controle da alternância produtiva por duas safras subsequentes e também não garantiram maior produtividade em ano sem esse fenômeno, contrariando as expectativas iniciais do presente trabalho. As pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’ que não foram submetidas ao uso de fitorreguladores (T1) produziram em 2009/2010, ano de produção plena,

4,86 kg pl<sup>-1</sup>, ante o 1,32 kg pl<sup>-1</sup> colhido em 2010/2011 e 0,54 kg pl<sup>-1</sup> obtido em 2011/2012, safras que foram marcadas pela brusca redução produtiva.

A acentuada redução da produção também foi relatada por Jaumién *et al.* (1986) testando fitorreguladores em pomar desta cultivar durante duas safras na Polônia, sendo sugerido que essa é uma característica inerente à pereira europeia ‘Clapp’s Favourite’. Naquelas condições, contrariamente, o emprego de fitorreguladores ocasionou respostas satisfatórias na produção e regulação do crescimento. O uso do inibidor da biossíntese de auxina SADH (1g L<sup>-1</sup>) e dos inibidores da biossíntese de giberelinas, CCC (1g L<sup>-1</sup>) e PCZ (1g L<sup>-1</sup>), duas semanas após a plena floração, proporcionaram a produção de, respectivamente, 15,8 kg pl<sup>-1</sup>, 12,1 kg pl<sup>-1</sup>, e 5,5 kg pl<sup>-1</sup>, ante o 1,1 kg pl<sup>-1</sup> obtido pela testemunha no ano em que não houve alternância produtiva.

Além dos fatores inerentes ao genótipo, a deficiência de boro pode ter limitado a expressão da produtividade potencial do pomar ao longo dos anos. O laudo da análise de solos (Apêndice 7) indicou que o teor de boro no solo é alto, porém nas folhas (Apêndice 8) foi verificado que está na faixa abaixo da considerada normal para a cultura da pereira.

A matéria orgânica do solo é a principal fonte de boro para as plantas. Assim, solos com baixa taxa de mineralização da matéria orgânica, caso de São Francisco de Paula, podem prejudicar a disponibilização do micronutriente para a adequada nutrição (PRADO, 2008). A recomendação oficial para a correção da deficiência de boro indica a realização de três adubações foliares – a primeira em setembro, outra em novembro ou dezembro e a última entre janeiro e fevereiro (CQFS-RS/SC, 2004) – com o intuito de minimizar os efeitos adversos da sua carência na floração, frutificação, desenvolvimento vegetativo e formação das gemas florais (SWIETLICK, 2003; PRADO, 2008; EL-SHASLY & KOTB, 2011).

No entanto, mesmo com carência de boro, obteve-se uma supersafra no pomar de ‘Clapp’s Favourite’ em 2009/2010, a qual pode ter contribuído, conforme o Experimento

1, para a queda produtiva por inibir a diferenciação dos primórdios florais nos ciclos subsequentes (Tabelas 5 e 7). A baixa intensidade de floração pela ocorrência de abortamento dos primórdios florais (Tabela 20) e a falta de coincidência de floração com polinizadoras compatíveis (Tabela 22) foram outros aspectos que também contribuíram para a redução do rendimento.

Produtividades aquém das desejáveis para pomares comerciais de pereiras não foram exclusividade da área experimental na safra 2010/2011, sendo o ano de menor produtividade no período de 2007/2008 até 2011/2012 na região de Caxias do Sul (IBGE, 2012), a qual é compreendida por 15 municípios. Durante o inverno desse mesmo ano de baixa produtividade, houve pequeno acúmulo de Unidades de Frio (Apêndice 2) nessa localidade, condição climatológica que origina brotação desuniforme, problemas na diferenciação dos primórdios florais e redução na formação de gemas florais (FAORO, 2002). As repetidas ínfimas produções nas safras 2010/2011 e 2011/2012 não foram regularizadas, ou sequer minimizadas, pelo emprego de fitorreguladores e nem mesmo em 2009/2010, safra de produção satisfatória, favoreceram a produtividade.

A massa, diâmetro e firmeza dos frutos produzidos por pereiras 'Clapp's Favourite' são apresentados na Tabela 40. O uso isolado ou combinado de ácidos giberélicos com citocinina (T3 e T4) proporcionaram a produção de frutos de maior massa que a testemunha em 2009/2010, safra em que se obteve a máxima produtividade. Segundo Dussi (2010), 6-BA + AG<sub>4+7</sub> aumentou a frutificação e melhorou o tamanho dos frutos em pereiras europeias 'Abate Fetel' e 'Beurre d'Anjou' cultivadas na Argentina. A citocinina 6-BA promove a divisão celular e as giberelinas AG<sub>4+7</sub> atuam na expansão celular, ocasionando a produção de frutos com maior massa (THERON, 2011). O emprego de T2 (PCa), T5 (PCa associado ao AG<sub>3</sub>) e T6 (PCa combinado com 6-BA + AG<sub>4+7</sub>) influenciaram negativamente na massa final dos frutos produzidos por 'Clapp's Favourite', tratamentos que envolveram em comum a aplicação de PCa.

TABELA 40. Massa, diâmetro e firmeza dos frutos produzidos por pereiras europeias 'Clapp's Favourite', sob influência de fitorreguladores. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012.

Tratamento	Massa (g)		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
1) Testemunha (água)	158,57 cd	141,31 ab	96,98 d
2) PCa	138,69 g	113,67 f	92,42 e
3) AG <sub>3</sub>	163,76 a	131,88 bc	99,49 b
4) 6-BA + AG <sub>4+7</sub>	161,88 ab	131,50 cd	100,90 ab
5) (PCa) + (AG <sub>3</sub> )	145,22 f	94,79 g	111,90 a
6) (PCa) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	151,25 e	118,93 e	104,52 a
7) (AG <sub>3</sub> ) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	157,31 d	146,45 a	97,21 c
8) (PCa) + (AG <sub>3</sub> ) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	161,09 bc	126,08 d	97,28 c
CV (%)	0,15		
Tratamento	Diâmetro (mm)		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
1) Testemunha (água)	65,69 ab	64,65 <sup>ns</sup>	55,84 <sup>ns</sup>
2) PCa	62,66 b	60,40	55,53
3) AG <sub>3</sub>	66,83 ab	63,20	55,83
4) 6-BA + AG <sub>4+7</sub>	66,66 ab	64,28	55,24
5) (PCa) + (AG <sub>3</sub> )	63,64 ab	54,33	58,45
6) (PCa) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	64,88 ab	59,77	56,74
7) (AG <sub>3</sub> ) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	65,86 ab	62,26	53,90
8) (PCa) + (AG <sub>3</sub> ) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	67,81 a	58,91	53,60
CV (%)	0,18		
Tratamento	Firmeza (N)		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
1) Testemunha (água)	76,0 <sup>ns</sup>	70,8 <sup>ns</sup>	47,2 <sup>ns</sup>
2) PCa	78,4	60,1	48,3
3) AG <sub>3</sub>	83,8	58,9	44,6
4) 6-BA + AG <sub>4+7</sub>	71,1	69,2	46,6
5) (PCa) + (AG <sub>3</sub> )	81,8	72,0	51,6
6) (PCa) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	63,8	65,2	45,6
7) (AG <sub>3</sub> ) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	67,5	68,0	54,4
8) (PCa) + (AG <sub>3</sub> ) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	72,1	64,7	36,3
CV (%)	17,18		

PCa: proexadiona de cálcio; AG<sub>3</sub>: ácido giberélico; 6-BA + AG<sub>4+7</sub>: 6-benziladenina e ácidos giberélicos. Médias seguidas por letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo Teste de Tukey. <sup>ns</sup> Não significativo na coluna.

A PCa também ocasionou a redução do diâmetro dos frutos oriundos da safra 2009/2010 em relação ao emprego da mistura de PCa, AG<sub>3</sub> e 6-BA + AG<sub>4+7</sub> (T8). Vanthournout *et al.* (2008) não observaram efeito do uso de PCa, AG<sub>3</sub> e AG<sub>4+7</sub> na massa dos frutos produzidos por planta de pereiras europeias 'Conference' cultivadas na Bélgica durante dois anos de avaliação. A PCa não influenciou no tamanho dos frutos, mas houve uma diminuição acentuada no calibre pelo uso concomitante de AG<sub>3</sub> e AG<sub>4+7</sub> e emprego isolado de AG<sub>3</sub>, proporcionando a produção de frutos com diâmetro abaixo dos 45 mm.

Em 2010/2011, os fitorreguladores, com exceção da combinação de AG<sub>3</sub> e 6-BA com AG<sub>4+7</sub> (T7), desfavoreceram a massa média dos frutos. A igualdade de massas entre os frutos das pereiras submetidas ao tratamento de ácidos giberélicos associados (T7) e sem o uso dos fitorreguladores (T1) é contrária à verificada por Vanthournout *et al.* (2008), possivelmente pela adicional contribuição da citocinina 6-BA no crescimento celular dos frutos (DUSSI, 2010) que não foi empregada naquele experimento. A produção de frutos mais leves que os provindos das pereiras sem o uso de fitorreguladores (T1) ocorreu até mesmo para as plantas que exibiram pequena carga de frutos e produtividade (Tabela 39), como aquelas submetidas à PCa associada ao AG<sub>3</sub> (T5), PCa combinada com 6-BA + AG<sub>4+7</sub> (T6) e tríplice mistura de princípios ativos (T8). Esses resultados indicariam o desfavorecimento ainda mais acentuado pelo emprego da PCa combinada a outros princípios ativos em safra com alternância produtiva.

Porém na safra 2011/2012, em que a produtividade manteve-se tão reduzida quanto no ano anterior, os fitorreguladores ocasionaram a produção de frutos com maior massa, com exceção do uso isolado de PCa (T2) que ocasionou a colheita de frutos com massa inferior à dos frutos provenientes da testemunha (T1). A menor carga de frutos pela segunda safra consecutiva com alternância produtiva acabou garantindo o aumento da massa dos frutos de pereiras submetidas às pulverizações com fitorreguladores, enquanto que a aplicação da PCa prejudicou a massa média final dos frutos. Cabe ressaltar que para

um ano de ínfima produção para um pomar comercial, a PCa (T2) e o AG<sub>3</sub> (T3) não foram tão prejudiciais à carga final de frutos quanto os demais fitorreguladores (Tabela 39), entretanto a inibidora da biossíntese de giberelinas (T2) não assegurou a manutenção da massa média final dos frutos mesmo com reduzida produtividade.

Essa variabilidade em resposta ao emprego dos fitorreguladores na massa média final dos frutos oriundos de safras de reduzida produtividade pode estar relacionada com o vigor vegetativo das brotações. Os ramos emitidos em 2010/2011 exibiram grande crescimento (Tabela 38) devido a uma poda seca severa em que foram removidos os principais ramos de ‘Clapp’s Favourite’, sendo os fotossintatos principalmente direcionados ao desenvolvimento das brotações. Em 2011/2012, possivelmente o pequeno crescimento das brotações tenha assegurado o alocamento dos fotossintatos aos frutos, favorecendo o acúmulo de reservas e o aumento de massa média pelo uso de fitorreguladores em relação à testemunha (T1), a exceção da PCa (T2). Lafer (2008) detectou a redução do crescimento dos ramos de ‘William’s’ pelo emprego da PCa (2,5 g L<sup>-1</sup>) na plena floração, ocasionando o maior direcionamento dos fotoassimilados aos frutos, resultando em maior acúmulo na massa final destes. Diferentemente do esperado, a PCa conteve o vigor vegetativo das brotações de ‘Clapp’s Favourite’ apenas em relação ao uso de 6-BA + AG<sub>4+7</sub> (T4) e desfavoreceu a massa média final dos frutos ao ser aplicada no início da queda das pétalas e um mês após, utilizando-se 2,4 g L<sup>-1</sup> em cada aplicação.

Mesmo com as alterações observadas na massa dos frutos, o diâmetro não foi influenciado pela aplicação de fitorreguladores na segunda e terceira safras, assim como a aplicação dos produtos não alterou a firmeza da polpa nos três anos. Smit *et al.* (2005) observaram que a firmeza de polpa foi aumentada com o uso de PCa, especialmente relacionada com o aumento da massa dos frutos e da produção decorrente da contenção do vigor vegetativo. Theron (2011) acredita que esse aumento na massa dos frutos não ocorra necessariamente pela contenção do vigor, mas por um breve aumento de citocininas

endógenas. No presente estudo foi verificada apenas uma tendência de contenção do vigor vegetativo pelo emprego da PCa em ‘Clapp’s Favourite’, a qual não ocasionou o aumento da produtividade decorrente dessa atenuação do desenvolvimento ou ainda por não ter incrementado suficientemente a síntese de citocininas endógenas.

A quantidade e a massa de sementes viáveis e inviáveis oriundas dos frutos de ‘Clapp’s Favourite’ são exibidas, respectivamente, nas Tabelas 41 e 42. Diferenças estatísticas na quantidade e massa de sementes viáveis e inviáveis produzidas por fruto não foram detectadas ao longo das três safras acompanhadas.

TABELA 41. Quantidade de sementes viáveis e inviáveis dos frutos produzidos por pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’, sob influência de fitorreguladores. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012.

Tratamento	Sementes Viáveis/Fruto (n°)		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
1) Testemunha (água)	2,4 <sup>ns</sup>	3,5 <sup>ns</sup>	1,9 <sup>ns</sup>
2) PCa	2,3	3,6	2,4
3) AG <sub>3</sub>	2,6	3,9	3,2
4) 6-BA + AG <sub>4+7</sub>	1,9	3,3	2,2
5) (PCa) + (AG <sub>3</sub> )	2,8	1,3	3,3
6) (PCa) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	2,0	2,4	2,6
7) (AG <sub>3</sub> ) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	1,8	3,5	0,0
8) (PCa) + (AG <sub>3</sub> ) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	2,1	1,3	0,3
CV (%)	48,36		
Tratamento	Sementes Inviáveis/Fruto (n°)		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
1) Testemunha (água)	6,3 <sup>ns</sup>	4,9 <sup>ns</sup>	7,5 <sup>ns</sup>
2) PCa	6,8	5,0	7,0
3) AG <sub>3</sub>	5,8	4,8	5,6
4) 6-BA + AG <sub>4+7</sub>	6,4	5,0	7,2
5) (PCa) + (AG <sub>3</sub> )	5,7	5,7	6,6
6) (PCa) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	6,5	5,8	6,3
7) (AG <sub>3</sub> ) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	5,2	5,2	8,0
8) (PCa) + (AG <sub>3</sub> ) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	6,9	7,3	9,7
CV (%)	23,82		

PCa: proexadiona de cálcio; AG<sub>3</sub>: ácido giberélico; 6-BA + AG<sub>4+7</sub>: 6-benziladenina e ácidos giberélicos. Médias seguidas por letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo Teste de Tukey. <sup>ns</sup> Não significativo na coluna.

TABELA 42. Massa de sementes viáveis e inviáveis dos frutos produzidos por pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’, sob influência de fitorreguladores. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012.

Tratamento	Massa das Sementes Viáveis (g)		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
1) Testemunha (água)	0,0586 <sup>ns</sup>	0,1876 <sup>ns</sup>	0,1009 <sup>ns</sup>
2) PCa	0,0776	0,2051	0,9425
3) AG <sub>3</sub>	0,0729	0,2321	0,1784
4) 6-BA + AG <sub>4+7</sub>	0,0444	0,1710	0,1007
5) (PCa) + (AG <sub>3</sub> )	0,0671	0,1084	0,0975
6) (PCa) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	0,0469	0,1231	0,1094
7) (AG <sub>3</sub> ) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	0,0457	0,2076	- *
8) (PCa) + (AG <sub>3</sub> ) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	0,0565	0,0625	0,0451
CV (%)			62,58

Tratamento	Massa das Sementes Inviáveis (g)		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
1) Testemunha (água)	0,0274 <sup>ns</sup>	0,0737 <sup>ns</sup>	0,0556 <sup>ns</sup>
2) PCa	0,0284	0,0755	0,0312
3) AG <sub>3</sub>	0,0248	0,0719	0,0345
4) 6-BA + AG <sub>4+7</sub>	0,0206	0,0664	0,0461
5) (PCa) + (AG <sub>3</sub> )	0,0211	0,0471	0,0333
6) (PCa) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	0,0242	0,0845	0,0270
7) (AG <sub>3</sub> ) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	0,0206	0,0537	0,0429
8) (PCa) + (AG <sub>3</sub> ) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	0,0292	0,0462	0,0438
CV (%)			35,40

PCa: proexadiona de cálcio; AG<sub>3</sub>: ácido giberélico; 6-BA + AG<sub>4+7</sub>: 6-benziladenina e ácidos giberélicos. Médias seguidas por letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo Teste de Tukey. <sup>ns</sup> Não significativo na coluna. \* Ausência de produção de sementes dessa categoria.

‘Clapp’s Favourite’ produziu pequeno número de sementes viáveis ao longo das três safras. Conforme o acompanhamento fenológico realizado em 2010/2011 e 2011/2012 no Experimento 1 (Tabela 22), a polinizadora compatível ‘Santa Maria’ apresentou uma defasagem entre a sua plena floração e a floração da receptora no último ano, comprometendo a produção de sementes viáveis pelos frutos de ‘Clapp’s Favourite’.

Leite *et al.* (2008) verificaram que o uso de AG<sub>3</sub> associado à PCa, nas mesmas concentrações e épocas de aplicação do presente estudo, foi promissora na pereira asiática

‘Ya Li’ (*P. bretschneideri*), porém não ocorreu o mesmo com a pereira europeia ‘Packham’s Triumph’ nas condições de Caçador. Na primeira cultivar, que naturalmente exibiu pequena formação de sementes viáveis (0,6 sementes viáveis por fruto da testemunha) e por tal aspecto apresentou baixa frutificação efetiva, a combinação dos dois fitorreguladores não ocasionou o aumento da frutificação efetiva, contudo promoveu grande fixação de frutos por gema e frutos colhidos por ramo, sem alterar o número de sementes viáveis contidos por fruto. Em ‘Packham’s Triumph’, cujas plantas testemunhas produziram 2,2 sementes viáveis, o uso combinado desses fitorreguladores e isolado de AG<sub>3</sub> (10 e 20 mg L<sup>-1</sup>) não favoreceram a frutificação efetiva, a produção de frutos por gema e ramos, ou mesmo a produção de sementes viáveis por fruto. Esses resultados obtidos em ‘Packham’s Triumph’ corroboram com os encontrados em ‘Clapp’s Favourite’, cuja combinação da PCa e AG<sub>3</sub> (T5) e o uso isolado de AG<sub>3</sub> (T3) não promoveram o aumento da frutificação efetiva (Tabela 36), carga de frutos (Tabela 39) e produção total de sementes viáveis por fruto.

Sequer a pulverização de outra fonte de giberelinas (6-BA + AG<sub>4+7</sub>) com ou sem PCa, respectivamente T6 e T2, beneficiaram os referidos parâmetros produtivos no presente experimento. Luz (2012) também não encontrou alterações na formação de sementes viáveis em decorrência do emprego de 6-BA + AG<sub>4+7</sub> na plena floração e adicionalmente AVG aos 15 DAPF ou do uso exclusivo de PCa na plena floração de pereiras europeias ‘William’s’ e ‘Packham’s Triumph’ cultivadas na mesma propriedade em São Francisco de Paula. Contudo, estes fitorreguladores contribuíram decisivamente no aumento da frutificação efetiva e produtividade destes dois genótipos.

A fecundidade dos frutos e a produção partenocárpica de pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’ sob influência dos fitorreguladores são apresentadas na Tabela 43. Segundo a classificação de Nyéki e Soltész (1998), a fecundidade dos frutos não foi alterada pelos tratamentos aplicados em 2009/2010, sendo considerada baixa. Em

2010/2011, a fecundidade natural (T1) de ‘Clapp’s Favourite’ aumentou, avaliada como intermediária pela mesma escala e tornou a ser classificada como baixa em 2011/2012.

TABELA 43. Fecundidade e tendência à ocorrência de partenocarpia em frutos produzidos por pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’, sob influência de fitoreguladores. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012.

Tratamento	Fecundidade (n° Sementes Viáveis)		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
1) Testemunha (água)	baixa (2,4)	intermediária (3,5)	baixa (1,9)
2) PCa	baixa (2,3)	intermediária (3,6)	baixa (2,4)
3) AG <sub>3</sub>	baixa (2,6)	intermediária (3,9)	intermediária (3,2)
4) 6-BA + AG <sub>4+7</sub>	baixa (1,9)	intermediária (3,3)	baixa (2,2)
5) (PCa) + (AG <sub>3</sub> )	baixa (2,8)	baixa (1,3)	intermediária (3,3)
6) (PCa) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	baixa (2,0)	baixa (2,4)	baixa (2,6)
7) (AG <sub>3</sub> ) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	baixa (1,8)	intermediária (3,5)	nula (0,0)
8) (PCa) + (AG <sub>3</sub> ) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	baixa (2,1)	baixa (1,3)	muito baixa (0,3)
Tratamento	Tendência à Partenocarpia (% sem Sementes Viáveis)		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
1) Testemunha (água)	alta (12,50)	baixa (4,17)	alta (10,53)
2) PCa	baixa (4,17)	intermediária (9,09)	baixa (4,76)
3) AG <sub>3</sub>	baixa (4,17)	baixa (4,76)	baixa (5,00)
4) 6-BA + AG <sub>4+7</sub>	alta (13,04)	intermediária (8,70)	intermediária (9,09)
5) (PCa) + (AG <sub>3</sub> )	intermediária (8,33)	muito alta (27,27)	ausente (0,00)
6) (PCa) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	muito alta (25,00)	ausente (0,00)	muito alta (50,00)
7) (AG <sub>3</sub> ) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	muito alta (20,83)	alta (20,00)	muito alta (100,00)
8) (PCa) + (AG <sub>3</sub> ) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	intermediária (8,33)	muito alta (35,71)	muito alta (66,67)

PCa: proexadiona de cálcio; AG<sub>3</sub>: ácido giberélico; 6-BA + AG<sub>4+7</sub>: 6-benziladenina e ácidos giberélicos.

Os frutos produzidos pelas pereiras submetidas aos tratamentos que continham PCa associada aos fitorreguladores AG<sub>3</sub> (T5), 6-BA + AG<sub>4+7</sub> (T6) e AG<sub>3</sub> com 6-BA + AG<sub>4+7</sub> (T8) tiveram a sua constituição por sementes viáveis diminuída, passando para a categoria de baixa fecundidade na safra 2010/2011. Contudo, o seu emprego isolado (T2) não apresentou a mesma influência, formando tantas sementes viáveis nos frutos quanto naqueles provindos da testemunha (T1), com intermediária produção segundo a escala de avaliação. Corroborando com esses dados, em trabalho realizado por Rufato *et al.* (2011b), o emprego de 6-BA + AG<sub>4+7</sub> (5,64 mg L<sup>-1</sup>), PCa (1,25 g L<sup>-1</sup>) ou 6-BA + AG<sub>4+7</sub> (18,80 mg L<sup>-1</sup>) na plena floração, sendo o último tratamento combinado com AVG (2 g L<sup>-1</sup>) aos 15 DAPF, ocasionaram a diminuição na produção de sementes viáveis, sendo sugerido que possam ter apresentado algum efeito sobre a polinização.

Em 2011/2012, o uso de ácido giberélico combinado em suas distintas composições (T7) e a associação de todos os fitorreguladores (T8) ocasionaram a redução da fecundidade, passando, respectivamente, a nula e muito baixa. Embora não tenha sido identificada diferença estatística na produção de sementes pelo uso de fitorreguladores (Tabela 41), conforme a classificação estipulada por Nyéki e Soltész (1998) houve o aumento no grau de fecundidade para a condição intermediária pela relativa maior formação de sementes viáveis decorrentes do uso de AG<sub>3</sub> (T3) ou da sua combinação com a PCa (T5).

A tendência à ocorrência de partenocarpia de ‘Clapp’s Favourite’ também foi alternante entre os anos segundo os critérios estabelecidos por Nyéki *et al.* (1998). Em 2009/2010 houve alta tendência à formação de frutos partenocárpicos, em 2010/2011 passou a ser baixa a produção com essa origem e em 2011/2012 tornou a ser alta a frutificação sem a necessidade de fertilização.

Segundo Sousa (2010), as cultivares polinizadoras devem apresentar a sua plena floração coincidente com o início da floração do genótipo receptor e outro grupo fonte de

gametófitos masculinos deve exibir a plena floração durante o final da plena floração do genótipo receptor. Conforme os dados de estádios fenológicos acompanhados no Experimento 1 (Tabela 22), ‘Santa Maria’ esteve em plena floração quando ‘Clapp’s Favourite’ entrou no encerramento da floração de 2010/2011, época adequada para o segundo grupo de época de polinização (SOUSA, 2010), assegurando a redução da produção de origem partenocárpica. A plena floração da polinizadora ‘Santa Maria’ ocorreu tardiamente em 2011/2012 seguindo os mesmos critérios (SOUSA, 2010), um dia após o final da floração da receptora (Tabela 22), favorecendo a frutificação por partenocarpia. Adicionalmente, condições de alta temperatura ambiental e vigor floral promovem o aumento da incidência de partenocarpia (SALAYA, 2000), como também constatado no Experimento 1 (Tabela 27) durante essa floração de elevada disponibilidade de graus-dia (Tabela 21) e desenvolvimento dos verticilos florais (Tabela 9).

Na primeira safra, somente T4 (6-BA + AG<sub>4+7</sub>) manteve os frutos dentro da mesma categoria que a testemunha, de alta tendência à partenocarpia. Os tratamentos em que esse composto foi misturado com outros fitorreguladores, caso de T6 (PCa com 6-BA + AG<sub>4+7</sub>) e T7 (AG<sub>3</sub> associado à 6-BA + AG<sub>4+7</sub>), proporcionaram a retenção de mais frutos partenocárpicos, o que os elevou à condição de muito alta formação de frutos sem sementes viáveis. A produção muito alta de frutos partenocárpicos pelo uso da mistura de PCa com 6-BA + AG<sub>4+7</sub> (T6), ambos com modos de ação antagônicos, pode ter ocasionado a redução da massa média dos frutos em relação à testemunha (T1) em 2009/2010 (Tabela 40). Contudo, essa diminuição não foi detectada mediante o uso do AG<sub>3</sub> associado à 6-BA + AG<sub>4+7</sub> (T7), mesmo com produção partenocárpica tão grande quanto à obtida pelas pereiras submetidas à mistura de fitorreguladores do T6.

Segundo Salaya (2000), o ácido giberélico AG<sub>3</sub>, e um pouco menos o AG<sub>4+7</sub>, tem uma grande efetividade em promover o crescimento de peras com desenvolvimento partenocárpico. Com a aplicação de giberelinas, aumenta-se a concentração de auxinas

endógenas, que se dispersam no ovário, atuando de modo indireto na partenocarpia (CID, 2005). As relações hormonais nas flores e frutos de pereiras ainda não foram bem esclarecidas, no entanto sabe-se que a capacidade partenocárpica está relacionada com os níveis de citocinina, que interagem com as auxinas e induzem à divisão celular, propiciando a fixação de frutos sem sementes viáveis (SALAYA, 2000). Ambos os tratamentos T6 e T7 contém citocinina combinada com as giberelinas AG<sub>4+7</sub>, componentes que foram fundamentais para o aumento da produção de frutos partenocárpicos em 2009/2010.

A maioria dos fitorreguladores aumentou a retenção de frutos partenocárpicos na safra em que iniciou a alternância da emissão floral (2010/2011). As exceções foram AG<sub>3</sub> (T3) que se manteve igual à testemunha (T1) com baixa frutificação partenocárpica e PCa associada à 6 BA + AG<sub>4+7</sub> (T6), tratamento que não ocasionou a produção partenocárpica. No ano subsequente (2011/2012), condição em que a baixa produtividade se manteve e a testemunha (T1) apresentou alta frutificação partenocárpica, as pereiras submetidas à PCa (T2) e AG<sub>3</sub> (T3) apresentaram baixa tendência à frutificar sem sementes viáveis, enquanto que a PCa combinada com o AG<sub>3</sub> (T5) não formou frutos partenocárpicos.

Silva *et al.* (2008a) verificaram que a aplicação de AG<sub>3</sub> na plena floração de pereiras europeias ‘Rocha’ cultivadas em Portugal, na mesma concentração que foi empregada em ‘Clapp’s Favourite’, ocasionou maior queda de frutinhas aos 40 DAPF do que com a realização de polinização manual com a cultivar compatível ‘Carapinheira’ durante as duas safras acompanhadas. No momento da colheita, o alto índice de fertilização assegurado pela técnica de polinização direcionada possibilitou que a produção fosse 3,5 vezes superior à das pereiras submetidas ao fitorregulador. Naquelas condições, a polinização manual das flores de pereiras ‘Rocha’ promoveu a formação média de 8,0 sementes viáveis por fruto, enquanto que o uso de giberelina propiciou a formação de apenas 0,3 sementes viáveis por fruto. Desse modo, condições satisfatórias de polinização,

desde parâmetros climáticos favoráveis até o emprego de plantas polinizadoras compatíveis e de floração coincidentes, podem ser muito mais benéficas à produção, especialmente em cultivares com muito baixa tendência à ocorrência de partenocarpia, como ‘Clapp’s Favourite’ em condições naturais (NYÉKI *et al.*, 1994) e ‘Rocha’, que não produziu frutos partenocárpicos nas três safras acompanhadas em São Francisco de Paula (Tabela 27). Contudo, a expressiva maior produtividade de ‘Clapp’s Favourite’ em 2011/2012 pela pulverização de AG<sub>3</sub> (T3) revela que essa interação é muito mais complexa do que se pode prever, situação na qual o emprego do fitorregulador propiciou melhores condições para a efetiva fecundação das flores e fixação dos frutos até o momento da colheita (Tabela 39). O uso isolado de AG<sub>3</sub> (T3) repercutiu na obtenção do dobro do número e massa de frutos produzidos por planta em relação à testemunha (T1), bem como na duplicação da produtividade, porém quando combinado a outros fitorreguladores (T5, T7 e T8) ocasionou a redução da produção quanto aos mesmos parâmetros.

A plena floração da polinizadora compatível ‘Santa Maria’ iniciou um dia após o final da floração da receptora ‘Clapp’s Favourite’ não submetida ao emprego de fitorreguladores em 2011/2012 (Tabela 22), falta de sincronismo considerado ineficaz para a fertilização de pomares comerciais (SOUSA, 2010). A viabilidade do saco embrionário de pereiras varia entre 12 e 21 dias após a floração, sendo prolongada a sua funcionalidade em até 10 dias com a utilização de ácido giberélico (BLANCO, 1991). Ao que indicam os resultados, o emprego da giberelina (T3 e T5) favoreceu a fecundidade e diminuiu a frutificação partenocárpica, o que pode ter ocorrido em virtude do aumento do período em que os rudimentos seminiais estavam aptos à fertilização, possibilitando o recebimento dos gametófitos masculinos da polinizadora ‘Santa Maria’.

Os índices de coloração (L\*, a\* e b\*) da epiderme verde e da face de tonalidade avermelhada dos frutos de ‘Clapp’s Favourite’ são apresentados nas Tabelas 44 e 45. O uso de fitorreguladores não interferiu nos referidos parâmetros colorimétricos dos frutos.

TABELA 44. Índices de coloração L\*, a\* e b\* da epiderme verde dos frutos produzidos por pereiras europeias 'Clapp's Favourite', sob influência de fitorreguladores. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012.

Tratamento	L* Epiderme Verde		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
1) Testemunha (água)	62,93 <sup>ns</sup>	65,23 <sup>ns</sup>	69,72 <sup>ns</sup>
2) PCa	62,95	68,22	70,31
3) AG <sub>3</sub>	62,45	66,48	72,13
4) 6-BA + AG <sub>4+7</sub>	61,67	65,86	71,51
5) (PCa) + (AG <sub>3</sub> )	62,69	65,23	69,53
6) (PCa) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	62,30	66,74	71,90
7) (AG <sub>3</sub> ) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	63,60	65,87	72,43
8) (PCa) + (AG <sub>3</sub> ) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	62,62	64,44	65,19
CV (%)			3,64

Tratamento	a* Epiderme Verde		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
1) Testemunha (água)	-16,61 <sup>ns</sup>	-17,16 <sup>ns</sup>	-15,50 <sup>ns</sup>
2) PCa	-14,81	-16,17	-16,38
3) AG <sub>3</sub>	-14,50	-18,39	-16,08
4) 6-BA + AG <sub>4+7</sub>	-15,00	-17,75	-15,47
5) (PCa) + (AG <sub>3</sub> )	-15,30	-17,54	-17,70
6) (PCa) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	-13,99	-15,11	-14,54
7) (AG <sub>3</sub> ) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	-14,00	-18,33	-15,72
8) (PCa) + (AG <sub>3</sub> ) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	-14,11	-16,63	-10,57
CV (%)			11,89

Tratamento	b* Epiderme Verde		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
1) Testemunha (água)	43,08 <sup>ns</sup>	44,44 <sup>ns</sup>	46,74 <sup>ns</sup>
2) PCa	43,16	45,82	45,39
3) AG <sub>3</sub>	43,56	45,75	47,41
4) 6-BA + AG <sub>4+7</sub>	43,14	45,66	46,25
5) (PCa) + (AG <sub>3</sub> )	42,98	44,70	46,48
6) (PCa) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	43,16	43,24	44,97
7) (AG <sub>3</sub> ) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	42,48	45,72	47,29
8) (PCa) + (AG <sub>3</sub> ) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	43,44	44,59	42,98
CV (%)			3,23

PCa: proexadiona de cálcio; AG<sub>3</sub>: ácido giberélico; 6-BA + AG<sub>4+7</sub>: 6-benziladenina e ácidos giberélicos. Médias seguidas por letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo Teste de Tukey. <sup>ns</sup> Não significativo na coluna.

TABELA 45. Índices de coloração L\*, a\* e b\* da epiderme vermelha dos frutos produzidos por pereiras europeias 'Clapp's Favourite', sob influência de fitorreguladores. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012.

Tratamento	L* Epiderme Vermelha		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
1) Testemunha (água)	47,73 <sup>ns</sup>	47,80 <sup>ns</sup>	53,34 <sup>ns</sup>
2) PCa	45,86	51,79	51,69
3) AG <sub>3</sub>	50,09	49,96	53,54
4) 6-BA + AG <sub>4+7</sub>	48,58	49,37	56,59
5) (PCa) + (AG <sub>3</sub> )	42,31	48,52	58,90
6) (PCa) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	49,52	48,10	52,64
7) (AG <sub>3</sub> ) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	45,57	51,02	56,64
8) (PCa) + (AG <sub>3</sub> ) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	48,61	47,75	56,02
CV (%)	9,78		

Tratamento	a* Epiderme Vermelha		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
1) Testemunha (água)	8,27 <sup>ns</sup>	12,52 <sup>ns</sup>	10,17 <sup>ns</sup>
2) PCa	11,20	15,83	13,61
3) AG <sub>3</sub>	10,31	12,26	16,04
4) 6-BA + AG <sub>4+7</sub>	8,26	13,44	8,68
5) (PCa) + (AG <sub>3</sub> )	17,07	9,46	0,80
6) (PCa) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	7,51	9,30	17,10
7) (AG <sub>3</sub> ) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	13,09	5,90	9,05
8) (PCa) + (AG <sub>3</sub> ) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	8,42	7,77	3,48
CV (%)	54,62		

Tratamento	b* Epiderme Vermelha		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
1) Testemunha (água)	27,31 <sup>ns</sup>	27,98 <sup>ns</sup>	34,15 <sup>ns</sup>
2) PCa	25,76	31,39	31,19
3) AG <sub>3</sub>	27,60	30,42	33,53
4) 6-BA + AG <sub>4+7</sub>	27,09	30,45	34,84
5) (PCa) + (AG <sub>3</sub> )	23,08	29,08	38,64
6) (PCa) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	29,29	27,96	30,17
7) (AG <sub>3</sub> ) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	24,39	32,65	36,67
8) (PCa) + (AG <sub>3</sub> ) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	29,47	29,50	38,28
CV (%)	15,76		

PCa: proexadiona de cálcio; AG<sub>3</sub>: ácido giberélico; 6-BA + AG<sub>4+7</sub>: 6-benziladenina e ácidos giberélicos. Médias seguidas por letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo Teste de Tukey. <sup>ns</sup> Não significativo na coluna.

Conforme Cid (2005), as giberelinas podem inibir a maturação dos frutos e retardar a alteração da coloração verde da epiderme dos frutos mantidos nas plantas. Mesmo

quando os frutos submetidos ao uso de giberelinas são colhidos, inclusive a decomposição da clorofila e a síntese de carotenoides são impedidas. No presente estudo, entretanto, não foram observadas alterações significativas nas colorações da epiderme verde ou vermelha dos frutos pelo emprego isolado (T3 e T4) ou associado de distintas fontes de giberelinas (T7), como o AG<sub>3</sub> e AG<sub>4+7</sub>, ou ainda se misturados a outros fitorreguladores (T5, T6 e T8).

Smit *et al.* (2005) encontraram alterações na coloração da epiderme dos frutos de pereiras pulverizadas com PCa. Essas modificações foram relacionadas especialmente com a melhoria na coloração em virtude da redução dos sintomas ocasionados pelo distúrbio fisiológico da mancha corticenta. Nesse experimento com ‘Clapp’s Favourite’, no entanto, alterações na coloração da epiderme dos frutos pelo emprego de PCa não foram perceptíveis, tanto na tonalidade esverdeada como na avermelhada.

O teor de sólidos solúveis (SS) e o pH dos frutos produzidos por pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’ submetidas aos fitorreguladores são apresentados na Tabela 46. Estes atributos químicos dos frutos do referido genótipo não foram influenciados pelo emprego dos fitorreguladores. Luz (2012) também não verificou alterações no pH, comparativamente aos frutos das plantas testemunhas, pelo uso de fitorreguladores em pereiras europeias ‘Packham’s Triumph’ e ‘William’s’ cultivadas no mesmo pomar do presente estudo. Contudo, o mesmo autor verificou a redução do teor de SS nos frutos de pereiras ‘Packham’s Triumph’ durante 2009/2010 com o uso de 6-BA + AG<sub>4+7</sub> na plena floração e posterior aplicação de AVG aos 15 DAPF, possivelmente em função do último fitorregulador. Na safra seguinte, esse índice não foi influenciado pelo uso dos fitorreguladores em ambos os genótipos. Hawerth *et al.* (2011) verificaram que os tratamentos a base de PCa (600mg L<sup>-1</sup>) + TDZ (20mg L<sup>-1</sup>), PCa (600mg L<sup>-1</sup>) + AG<sub>3</sub> (20mg L<sup>-1</sup>) e AG<sub>3</sub> (20mg L<sup>-1</sup>) + TDZ (20mg L<sup>-1</sup>) pulverizados na plena floração de pereiras japonesas ‘Shinseiki’ também podem ocasionar a produção de frutos com teor de SS inferiores à testemunha, sendo sugerido que o maior número de sementes por fruto das

plantas sem o emprego de fitorreguladores tenha influenciado positivamente na capacidade de importação de assimilados pelos frutos, determinando o aumento do conteúdo de sólidos solúveis, condição não verificada no presente experimento.

TABELA 46. Teor de sólidos solúveis e pH dos frutos produzidos por pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’, sob influência de fitorreguladores. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012.

Tratamento	SS (°Brix)		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
1) Testemunha (água)	10,8 <sup>ns</sup>	12,5 <sup>ns</sup>	14,3 <sup>ns</sup>
2) PCa	10,7	11,6	14,4
3) AG <sub>3</sub>	10,6	12,6	14,6
4) 6-BA + AG <sub>4+7</sub>	10,8	13,2	14,9
5) (PCa) + (AG <sub>3</sub> )	10,6	11,3	13,4
6) (PCa) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	10,7	12,7	14,4
7) (AG <sub>3</sub> ) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	10,7	12,9	14,6
8) (PCa) + (AG <sub>3</sub> ) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	10,5	12,8	14,9
CV (%)	7,43		

Tratamento	pH		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
1) Testemunha (água)	4,09 <sup>ns</sup>	4,06 <sup>ns</sup>	4,18 <sup>ns</sup>
2) PCa	4,01	4,00	4,21
3) AG <sub>3</sub>	4,03	4,06	4,08
4) 6-BA + AG <sub>4+7</sub>	4,07	3,96	4,53
5) (PCa) + (AG <sub>3</sub> )	4,08	4,17	4,38
6) (PCa) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	4,06	3,97	4,05
7) (AG <sub>3</sub> ) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	4,02	4,05	4,36
8) (PCa) + (AG <sub>3</sub> ) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	3,95	4,02	4,14
CV (%)	4,49		

PCa: proexadiona de cálcio; AG<sub>3</sub>: ácido giberélico; 6-BA + AG<sub>4+7</sub>: 6-benziladenina e ácidos giberélicos. Médias seguidas por letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo Teste de Tukey. <sup>ns</sup> Não significativo na coluna.

Os resultados da análise da acidez titulável (AT) e da razão entre sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT) dos frutos de pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite constam na Tabela 47. Assim como em relação aos demais parâmetros químicos analisados, a AT e a

razão SS/AT dos frutos de ‘Clapp’s Favourite’ também não foram alteradas pelo emprego dos fitorreguladores.

TABELA 47. Acidez titulável e razão sólidos solúveis/acidez titulável dos frutos produzidos por pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’, sob influência de fitorreguladores. São Francisco de Paula, RS. 2009/2010-2011/2012.

Tratamento	AT (g L <sup>-1</sup> )		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
1) Testemunha (água)	2,0 <sup>ns</sup>	2,9 <sup>ns</sup>	2,8 <sup>ns</sup>
2) PCa	2,3	3,4	2,5
3) AG <sub>3</sub>	2,0	2,5	3,2
4) 6-BA + AG <sub>4+7</sub>	2,0	3,0	3,1
5) (PCa) + (AG <sub>3</sub> )	2,0	2,9	2,5
6) (PCa) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	1,8	3,3	3,6
7) (AG <sub>3</sub> ) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	2,0	3,0	2,4
8) (PCa) + (AG <sub>3</sub> ) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	2,1	3,0	3,2
CV (%)	20,41		

Tratamento	SS/AT		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
1) Testemunha (água)	5,4 <sup>ns</sup>	4,3 <sup>ns</sup>	5,2 <sup>ns</sup>
2) PCa	4,8	3,4	6,0
3) AG <sub>3</sub>	5,5	5,0	4,7
4) 6-BA + AG <sub>4+7</sub>	5,5	4,5	5,1
5) (PCa) + (AG <sub>3</sub> )	5,4	4,8	5,5
6) (PCa) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	6,0	3,9	4,2
7) (AG <sub>3</sub> ) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	5,3	4,6	6,1
8) (PCa) + (AG <sub>3</sub> ) + (6-BA + AG <sub>4+7</sub> )	5,1	4,3	4,6
CV (%)	29,35		

PCa: proexadiona de cálcio; AG<sub>3</sub>: ácido giberélico; 6-BA + AG<sub>4+7</sub>: 6-benziladenina e ácidos giberélicos. Médias seguidas por letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo Teste de Tukey. <sup>ns</sup> Não significativo na coluna.

Luz (2012) verificou que a aplicação de 6-BA + AG<sub>4+7</sub> na plena floração e AVG aos 15 DAPF reduziu a AT dos frutos de ‘Packham’s Triumph’ em 2009/2010. Contudo, assim como verificado por três safras (2009/2010 a 2011/2012) no presente experimento conduzido no talhão de pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’ em São Francisco de Paula, cultivadas na mesma propriedade que no outro trabalho, não houve alteração na AT dos

frutos de 'Packham's Triumph' na safra subsequente e nos dois anos de colheita das pereiras europeias 'William's'.

## 5 CONCLUSÕES

Para as condições avaliadas, conclui-se que:

1. As inflorescências de sequência de abertura floral centrípetas de ‘Abate Fetel’ e ‘Clapp’s Favourite’ e as centrípetas variantes de ‘William’s’ produzem mais flores que as de ordem divergente de ‘Santa Maria’, padrão alterado pela alternância de emissão floral.

2. ‘Abate Fetel’, ‘Clapp’s Favourite’ e ‘Santa Maria’ emitem segunda floração primaveril cerca de um mês após a primeira floração, a partir da diferenciação de primórdios florais dos meristemas de brotações do ano advindas das gemas formadas no ciclo anterior.

3. O maior acúmulo de frio hibernal e somatório de graus-dia até a floração ocasionam a antecipação da emissão floral primária e secundária de pereiras europeias e reduzem o período de duração da floração, promovendo falhas no sincronismo de floração entre cultivares polinizadoras e receptoras e, conseqüentemente, na fertilização.

4. Ocorrem anomalias florais de subdesenvolvimento e diminuição do número de estames e pistilos ou a inversão e fusão dos verticilos florais, com maior diversidade e frequência em florações secundárias, sendo os estames petaloides a principal alteração.

5. Abelhas nativas, especialmente irapuá e jataí, são os visitantes florais potencialmente polinizadores predominantes na floração primária de pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’.

6. A receptividade estigmática ocorre entre as Fases Fenológicas da Flor “3F1” e “3F7” durante a primeira floração de ‘Clapp’s Favourite’, em homogamia atrasada, e incide do segundo ao oitavo dia decorrido de “3F3” (balão floral) na floração secundária, acontecendo individualmente em cada carpelo, em homogamia.

7. A segunda floração de ‘Santa Maria’ consiste na principal fonte de anteras e gametófitos masculinos dessa cultivar, podendo ter índices de tubos polínicos germinados tão elevados quanto na primeira floração.

8. ‘Clapp’s Favourite’ e ‘William’s’ exibem alta viabilidade dos grãos de pólen, germinação dos tubos polínicos, diferenciação de anteras e emissão de grãos de pólen por antera e de grãos de pólen por flor, características que as qualificam como preferenciais polinizadoras de cultivares de pereiras gametofiticamente compatíveis e com floração primária coincidente.

9. ‘Clapp’s Favourite’ pode ser utilizada como polinizadora da floração primária de ‘Santa Maria’ por exibirem sincronismo e apresentarem compatibilidade gametofítica.

10. ‘Rocha’ polinizada pela gametofiticamente semicompatível ‘Packham’s Triumph’ apresenta alta fecundidade e nula tendência à partenocarpia, mesmo em condições de maior diferenciação e vigor floral.

11. A inexistência de genótipos polinizadores de floração coincidente com ‘Abate Fetel’ ocasiona frutificação efetiva e produção deficitárias, formação de frutos de baixo calibre com origem exclusivamente partenocárpica, decorrendo em alta diferenciação floral.

12. A grande retenção de frutos por ‘Clapp’s Favourite’, ‘Packham’s Triumph’, ‘Santa Maria’ e ‘William’s’ ocasiona a redução da diferenciação floral, a qual pode ser mantida durante a floração secundária e persistir no ano seguinte durante a primeira floração, apresentando volúveis produções nas safras subsequentes.

13. A frutificação oriunda da floração secundária de ‘Clapp’s Favourite’ apresenta muito alta tendência à partenocarpia e nula fecundidade em polinização aberta, sendo favorecida quando polinizada manualmente com a gametofiticamente compatível ‘Abate Fetel’ pela intermediária a alta fecundidade e ausência de produção partenocárpica.

14. O uso de proexadiona de cálcio, ácido giberélico (AG<sub>3</sub>) e ácido giberélico (AG<sub>4+7</sub>) com 6-benziladenina (6-BA), aplicados isoladamente ou associados no início da queda das pétalas (“G”) da floração primária e um mês após a primeira aplicação (“J”), não melhora a frutificação efetiva e a produção das pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’.

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Espera-se que este trabalho contribua com outras futuras pesquisas sobre o comportamento produtivo e possibilite ter fornecido um subsídio embrionário para o relevante tema da biologia reprodutiva de pereiras europeias em território nacional. Os resultados obtidos no presente experimento mostram que até mesmo muitas pesquisas básicas precisam ser conduzidas para servir de fundamentação e parâmetro de comparação, contudo salienta-se a necessidade massiva de pesquisas para preencher as lacunas existentes na área de produção de peras europeias no Brasil, estudos tradicionais e inovadores, que necessitam ser fortemente continuados, na busca de reverter o atual quadro de importação.

Outras linhas experimentais não abordadas no presente experimento e que carecem ser iniciadas para a cultura da pereira europeia tratam sobre a flutuação populacional diária dos visitantes florais e a inserção de colmeias de abelhas melíferas e nativas nos pomares. Avaliações da viabilidade dos rudimentos seminiais, dinâmica de secreção do néctar floral e período efetivo de polinização de cada genótipo nas condições locais de cultivo dos pomares são outros segmentos que também têm se mostrado promissores mundialmente para a compreensão da biologia reprodutiva de pereiras europeias.

Para novos estudos em convergência com o presente trabalho, seria fundamental aumentar a amostragem para análise de gemas e frutos em experimentos de comportamento produtivo dos distintos genótipos, ampliar a quantidade de flores no ensaio

a campo de auto e alo cruzamentos para a melhor compreensão estatística da biologia reprodutiva e também a quantidade de plantas para comporem as unidades amostrais em pesquisas com fitorreguladores, a serem testados em diferentes épocas das aqui avaliadas em ‘Clapp’s Favourite’. Sugere-se para os próximos ensaios de biologia reprodutiva com a segunda floração de pereiras europeias ‘Clapp’s Favourite’ igualmente isolar as flores em “balão” floral (“3F3”) e aguardar, pelo menos, dois dias para realizar a prática de polinização manual, condição em que os estigmas adquiriram alguma capacidade de permitir a germinação dos tubos polínicos.

Tendo em vista os importantes resultados alcançados mediante a caracterização fenológica de genótipos para a recomendação de polinizadoras, considerando-se as suas compatibilidades gametofíticas com a das cultivares receptoras, sugere-se que haja um apontamento desses genótipos também para outras localidades e que outros potenciais materiais sejam avaliados na região de estudo do presente experimento. Em virtude da alternância produtiva prolongada detectada para a maioria dos genótipos acompanhados após supersafra em ano de coincidência de floração com genótipos polinizadores, avaliar o efeito do raleio na tentativa de minimizar os efeitos deletérios sobre as diferenciações florais dos ciclos subsequentes parece ser um importante caminho fitotécnico a trilhar.

Ao contrário de outras frutíferas, florações secundárias ainda não têm apresentado a finalidade produtiva para a cultura da pereira europeia. A falta de sincronismo entre a floração secundária dos genótipos receptores e polinizadores foi bastante frequente, indicando haver dificuldades para a adequada previsão e manejo objetivando a concomitância de florações entre os distintos genótipos compatíveis. Considerando-se também a reduzida produção dos grãos de pólen por antera e por flor, a baixa germinação dos tubos polínicos de alguns genótipos e que as condições de elevadas temperaturas do ar podem comprometer o período efetivo de polinização e a fertilização, fazem-se necessários

estudos direcionados principalmente às práticas que objetivem a produção partenocárpica e que favoreçam a morfologia e o calibre dos frutos produzidos para que sejam destinados ao comércio *in natura*. Outra promissora possibilidade é desenvolver projetos de pesquisa na tentativa de esclarecer as causas e os processos envolvidos nas alterações detectadas em relação ao padrão de identidade floral, assim como da emissão primária e secundária de flores pelas pereiras europeias.

Enseja-se que estas sugestões possam despertar o interesse, bem como o questionamento sobre os novos passos a serem dados na investigação dos aspectos reprodutivos e produtivos de pereiras europeias nas principais condições ecoclimáticas nacionais de potencial cultivo dessa frutífera.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUSTÍ, F. M.; ALMELA, V. **Aplicación de fitorreguladores en citricultura**. Barcelona: Aedos, 1991. 261 p.
- ALDASORO, J. J.; AEDO, C.; NAVARRO, C. Phylogenetic and phytogeographical relationships in Maloideae (Rosaceae) based on morphological and anatomical characters. **Blumea**, Leiden, v. 50, n. 1, p. 3-32, 2005.
- ALMEIDA, O. A. **Qualidade da água de irrigação**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010. 227 p.
- ALTHOFF, D. M.; SEGRAVES, K. A.; PELLMYR, O. Community context of an obligate mutualism: pollinator and florivore effects on *Yucca filamentosa*. **Ecology**, Ithaca, v. 86, n. 4, p. 905-913, 2005.
- ALVES, S. A. M.; SILVA, V. C.; NUNES, C. C. **Metodologia para cultivo e preservação do fungo causador da entomosporiose da pereira**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2012. 8 p. (Circular Técnica, 92).
- ANCARANI, V.; CASTAGNOLI, M.; SANSAVINI, S. Pero: difficile migliorare le caratteristiche delle varietà standard. **Supplement Terra e Vita**, Bologna, n. 26, p. 42-47, 2007.
- ARRUDA, J. J. P. **Efeitos de desfolhamento precoce, deficiência hídrica, cultivar e local, no abortamento de gemas florais da pereira (*Pyrus spp.*)**. 1998. 43 f. Dissertação (Mestrado em Fruticultura de Clima Temperado) – Programa de Pós-Graduação em Ciências, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1998.
- ARRUDA, J. J. P.; CAMELATTO, D. Abortamento de gemas florais de cinco cultivares de pereira (*Pyrus spp.*, L.) em dois locais do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, n. 4, p. 635-638, 1999.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PRODUTORES DE PERA ROCHA (ANP). **Caderno de especificações da pera Rocha D. O. P.**. Disponível em: <<http://www.perarocha.pt/SEARCH/search.aspx?query=Caderno>>. Acesso em: 02 jan. 2013.
- ATKINSON, C. J.; LUCAS, A. S.; TAYLOR, L. Effects of warm autumns on the cropping of pear. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 451, p. 743-748, 1997.

- AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. São Paulo: Nobel, 1993. 114 p.
- AZEVEDO, R. L.; NASCIMENTO, A. S. Observações sobre o comportamento predatório de *Cosmoclopius nigroannulatus* (Stål, 1860) (Hemiptera, Reduviidae) em plantas de feijão guandu. **EntomoBrasilis**, Vassouras, v. 2, n. 1, p. 25-26, 2009.
- BANGERTH, F. A more holistic view on the hormonal interactions among different organs in a fruit tree. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 671, p. 25-36, 2005.
- BANLIEU, J. **Elaboración de conservas vegetales (frutas y legumbres)**. 3. ed. Palma de Mallorca: Editorial Sintesis, 1969. 214 p.
- BELLINI, E.; NATARELLI, L. Ricerca: miglioramento varietale. In: FIDEGHELLI, C. (Coord.). **Coltura & Cultura: il pero**. Milano: Bayer CropScience, 2007. p. 237-269.
- BENEDEK, P.; BÉRES, I.; NYÉKI, J. Competition between pear flowers, flowering weeds and other fruit trees for honeybee pollination. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 475, p. 417-426, 1998a.
- BENEDEK, P.; RUFF, J.; NYÉKI, J. Comparison of honeybee visitation of pear cultivars. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 475, p. 429, 1998b.
- BENÍTEZ, C. E. **Cosecha y poscosecha de peras y manzanas en los valles irrigados de la Patagonia**. General Roca: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), 2001. 126 p.
- BLACHINSKY, D. *et al.* Effects of pear tree physiology on fire blight progression in perennial branches and on expression of pathogenicity genes in *Erwinia amylovora*. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 116, p. 315-324, 2006.
- BLANCO, A. Utilización de reguladores de crecimiento en el peral. In: AGUSTÍ, L. M. (Dir.). **El peral y el Nashi**. Barcelona: Fundación La Caixa, 1991. p. 31-36.
- BOAVIDA, L. C. *et al.* Gametophyte interaction and sexual reproduction: how plants make a zygote. **The International Journal of Developmental Biology**, Vizcaya, v. 49, n. 5-6, p. 615-632, 2005.
- BOGO, A.; GONÇALVES, M. J.; GRIMALDI, F. Doenças da pereira. In: RUFATO, L.; KRETZCHMAR, A. A.; BOGO, A. (Coord.). **A Cultura da pereira**. Florianópolis: DIOESC, 2012. p. 204-228.
- BOIÇA JUNIOR, A. L.; SANTOS, T. M.; PASSILONGO, J. *Trigona spinipes* (Fabr.) (Hymenoptera: Apidae) em espécies de maracujazeiro: flutuação populacional, horário de visitação e danos às flores. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 2, p. 135-139, 2004.
- BRANIȘTE, N.; ANDRIEȘ, N.; GHIDRA, V. Pear genetic breeding to improve the Romanian varieties. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 800, p. 491-496, 2008.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 4,

de 10 de janeiro de 2001. Aprova os requisitos fitossanitários específicos exigidos para a importação de produtos oriundos dos Estados Unidos. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 11 jan. 2001. Seção 1. Disponível em: <<http://extra.net.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>>. Acesso em: 24 fev. 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria n° 61, de 17 de fevereiro de 2011a. Estabelece o zoneamento agrícola para o cultivo de pereiras no Estado de Santa Catarina. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 21 fev. 2011. Seção 1. Disponível em: <<http://www.in.gov.br/visualiza/index.jsp?data=21/02/2011&jornal=1&pagina=9&totalArquivos=128>>. Acesso em: 24 fev. 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria n° 62, de 17 de fevereiro de 2011b. Estabelece o zoneamento agrícola para o cultivo de pereiras no Estado do Paraná. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 21 fev. 2011. Seção 1. Disponível em: <<http://www.in.gov.br/visualiza/index.jsp?data=21/02/2011&jornal=1&pagina=10&totalArquivos=128>>. Acesso em: 24 fev. 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria n° 63, de 17 de fevereiro de 2011c. Estabelece o zoneamento agrícola para o cultivo de pereiras no Estado do Rio Grande do Sul. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 21 fev. 2011. Seção 1. Disponível em: <<http://www.in.gov.br/visualiza/index.jsp?data=21/02/2011&jornal=1&pagina=10&totalArquivos=128>>. Acesso em: 24 fev. 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria n° 64, de 17 de fevereiro de 2011d. Estabelece o zoneamento agrícola para o cultivo de pereiras no Estado de São Paulo. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 21 fev. 2011. Seção 1. Disponível em: <<http://www.in.gov.br/visualiza/index.jsp?data=21/02/2011&jornal=1&pagina=10&totalArquivos=128>>. Acesso em: 24 fev. 2011.

BREWER, L. R.; PALMER, J. W. Global pear breeding programmes: goals, trends and progress for new cultivars and new rootstocks. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 909, p. 105-120, 2011.

BRIGHENTI, A. F. **A cultura da pereira no Brasil**. Disponível em: <[www.fit.ufsc.br/disciplinas\\_download.php?cod=1925](http://www.fit.ufsc.br/disciplinas_download.php?cod=1925)>. Acesso em: 10 out. 2011.

BRIGHENTI, A. F. *et al.* Increasing fruit set of ‘Red Bartlett’ pears in Southern Brazil. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 884, p. 419-421, 2010a.

BRIGHENTI, A. F. *et al.* Reguladores de crescimento e o aumento da frutificação efetiva da pereira Packham’s Triumph no Sul do Brasil. In: REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DA PEREIRA, 3., 2010, Lages. **Anais...** Lages: CAV-UDESC, 2010b. p. 63-69.

BRIGHENTI, A. F.; LUZ, A. R.; RUFATO, L. Reguladores de crescimento. In: RUFATO, L.; KRETZCHMAR, A. A.; BOGO, A. (Coord.). **A Cultura da pereira**. Florianópolis: DIOESC, 2012. p. 54-69.

BRIGHENTI, L. M. Dormência da pereira. In: RUFATO, L.; KRETZCHMAR, A. A.; BOGO, A. (Coord.). **A cultura da pereira**. Florianópolis: DIOESC, 2012. p. 112-122.

- BROUSSARD, M.; RAO, S.; STEPHEN, W. P. Native bees, honeybees, and pollination in Oregon cranberries. **Hortscience**, Alexandria, v. 46, n. 6, p. 885-888, 2011.
- BUBÁN, T.; OROSZ-KOVÁCS, Z.; FARKAS, Á. The nectary as the primary site of infection by *Erwinia amylovora* (Burr.) Winslow *et al.*: a mini review. **Plant Systematics and Evolution**, Wien, v. 238, n. 1-4, p. 183-194, 2003.
- BUCKUP, G. B.; BUCKUP, L.; DREIER, C. **Biodiversidade dos Campos de Cima da Serra**. Porto Alegre: Libreto, 2008. 196 p.
- CALVO, P. *et al.* Sensory evaluation of principal pear cultivars from North Patagonia, Argentina. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 909, p. 595-600, 2011.
- CAMPBELL, J. European pear varieties. **AGFACTS**, New South Wales (NSW) Agriculture, Orange, Agfact H4.1.13, 2th. ed., 2002. 22 p.
- CASTILLO, C. *et al.* Cloning of the *S<sub>8</sub>-RNase* (*S8-allele*) of Japanese pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai). **Plant Biotechnology**, Tokyo, v. 19, n. 1, p. 1-6, 2002.
- CAVACO, M. **Normas técnicas para a produção integrada de prunóideas**. Lisboa: Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território, 2012. 228 p. v. 2.
- CAVACO, A. M. *et al.* Preliminary results on the non-destructive determination of pear (*Pyrus communis* L.) cv. Rocha ripeness by visible/near infrared reflectance spectroscopy. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 800, p.1099-1106, 2008.
- CID, P. B. **Hormônios vegetais em plantas superiores**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2005. 188 p.
- COCUCCI, A. E.; MARIATH, J. E. A. Sexualidade das plantas. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 106, n. 18, p. 50-61, 1995.
- COLLEVATTI, R. G.; CAMPOS, L. A. O.; SILVA, A. F. Pollination ecology of the tropical weed *Triumfetta semitriloba* Jacq. (Tiliaceae), in the South-Eastern Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 58, n. 3, p. 383-392, 1998.
- COUTINHO, C. **Artrópodes auxiliares na agricultura**. Mirandela: Direcção Regional de Agricultura e Pescas do Norte, 2007. 135 p.
- CRAENE, L. P. R.; BROCKINGTON, S. F. Origin and evolution of petals in angiosperms. **Plant Ecology and Evolution**, Meise, v. 146, n. 1, p. 5-25, 2013.
- DAFNI, A. **Pollination ecology: a practical approach**. New York: Oxford University Press, 1992. 250 p.
- DETTORI, S. *et al.* Cultivar e portinnesti per la pericoltura precoce. **L'Informatori Agrario – Speciale Pero**, Verona, n. 45, p. 49-53, 1998.

- DIBUZ, E. Types of blooming sequence of flowers in the inflorescence of pear cultivars. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 475, p. 231-235, 1998.
- DIBUZ, E. *et al.* Relationship between the type of inflorescence and the bee pollination of pear cultivars. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 475, p. 223-229, 1998.
- DORNELAS, M. C. Construindo flores: o controle molecular da arquitetura floral. **Biociência**, Brasília, v. 2, n. 12, p. 44-46, 2000.
- DUSSI, M. C. Fitorreguladores utilizados en el cultivo del peral: experiencia en el Norte de la Patagonia. In: REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DA PEREIRA, 3., 2010, Lages. **Anais...** Lages: CAV-UDESC, 2010. p. 107-131.
- EBERT, A. *et al.* First experiences with chill- unit models in Southern Brazil. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 184, p. 79-86, 1986.
- EICKWORT, G.; EICKWORT, K. Aspects of the biology of Costa Rican halictine bees, I. *Agapostemon nasutus* (Hymenoptera: Halictidae). **Journal of the Kansas Entomological Society**, Lawrence, v. 42, n. 4, p. 421-452, 1969.
- EL-SHAZLY, S. M.; KOTB, H. R. Response of 'Le-Conte' pear trees to soil boron application. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 909, p. 295-302, 2011.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **A cultura da pera**. Brasília: Embrapa Clima Temperado, 2007. 58 p. (Coleção Plantar, 58).
- ESUMI, T.; TAO, R.; YONEMORI, K. Isolation of *LEAFY* and *TERMINAL FLOWER 1* homologues from six fruit tree species in the subfamily Maloideae of the Rosaceae. **Sexual Plant Reproduction**, Berlin, v. 17, n. 6, p. 277-287, 2005.
- FACHINELLO, J. C.; PASA, M. S. Porta-enxertos na cultura da pereira. In: REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DA PEREIRA, 3., 2010, Lages. **Anais...** Lages: CAV-UDESC, 2010. p. 70-77.
- FAOSTAT. Banco de dados. **Contém informações sobre a estatística de produção frutícola mundial**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=339&lang=es>>. Acesso em: 2 dez. 2012.
- FAORO, I. D. História e produção. In: EPAGRI. **Nashi, a pera japonesa**. Florianópolis: GMC Epagri, 2001a. p. 15-65.
- FAORO, I. D. Morfologia e fisiologia. In: EPAGRI. **Nashi, a pera japonesa**. Florianópolis: GMC Epagri, 2001b. p. 67-94.
- FAORO, I. D. **Biologia reprodutiva da pereira japonesa (*Pyrus pyrifolia* var. *culta*) sob o efeito do genótipo e do ambiente**. 2009. 219 f. Tese (Doutorado em Recursos Genéticos Vegetais) – Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.
- FAORO, I. D. Adaptation of pear cultivars in south Brazil and its relationship to floral bud

abortion. In: INTERNATIONAL WORKSHOP TEMPERATE FRUIT TREES ADAPTATION IN SUBTROPICAL AREAS, 1., 2002, Pelotas. **Anais...** Pelotas: [s.n.], 2002. 13 p. Disponível em: <[http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/download/documentos/documento\\_165/workshop1/trabalhos.htm](http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/download/documentos/documento_165/workshop1/trabalhos.htm)>. Acesso em: 16 ago. 2010.

FAORO, I. D.; ORTH, A. I. A cultura da pereira no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 1, p 5-8, 2010.

FARKAS, Á. Morphology and histology of the nectary in Hungarian local pear cultivars. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 671, p. 127-135, 2005.

FARKAS, Á.; OROSZ-KOVÁCS, Z. Nectar secretion dynamics of Hungarian local pear cultivars. **Plant Systematics and Evolution**, Wien, v. 238, p. 57-67, 2003.

FARKAS, Á.; OROSZ-KOVÁCS, Z. Spatial and temporal relations of reproductive organs and traits of self-fertility in the flowers of various *Pyrus communis* L. cultivars. **The International Journal of Plant Reproductive Biology**, Pavia, v. 1, n. 2, p. 141-146, 2009.

FARKAS, Á.; OROSZ-KOVÁCS, Z.; BUBÁN, T. Floral biological studies on pear cultivars in relation to fire blight susceptibility. **International Journal of Horticultural Science**, Budapest, v. 10, n. 2, p. 25-30, 2004.

FARKAS, Á. *et al.* Floral nectaries in some apple and pear cultivars with special reference to bacterial fire blight. **Current Science**, Bengaluru, v. 92, n. 9, p. 1286-1289, 2007.

FIDEGHELLI, C. Botanica: origine ed evoluzione. In: FIDEGHELLI, C. (Coord.). **Coltura & Cultura: il pero**. Milano: Bayer CropScience, 2007. p. 2-17.

FISCHER, M. Pear breeding. In: JAIN, S. M.; PRIYADARSHAN, P. M. (Ed.). **Breeding plantation tree crops: temperate species**. New York: Springer Science, 2009. p. 135-160.

FLORES-CANTILLANO, F.; OTEÍZA, E.; LAGOS, L. L. Fisiologia e manejo pós-colheita. In: FLORES-CANTILLANO, F. (Ed.). **Pera: pós-colheita do Brasil**. Brasília: Embrapa Clima Temperado, 2003. p. 12-35. (Frutas do Brasil, 46).

FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo que está por atrás do que se vê**. 5. ed. Passo Fundo: Editora da Universidade de Passo Fundo, 2011. 734 p.

FUNGICIDE RESISTANCE ACTION COMITEE (FRAC BRASIL). 2012. **Contém informações sobre a criação de resistência dos patógenos aos fungicidas**. Disponível em: <<http://frac-brasil.org.br/frac/secao.asp?i=7>>. Acesso em: 12 fev. 2013.

FRANCESCHI, P. *et al.* Cloning and mapping multiple S-locus F-box genes in European pear (*Pyrus communis* L.). **Tree Genetics & Genomes**, Berlin, v. 7, n. 2, p. 231-240, 2011a.

FRANCESCHI, P. *et al.* Evaluation of candidate F-box genes for the pollen S of gametophytic self-incompatibility in the Pyrinae (Rosaceae) on the basis of their phylogenomic context. **Tree Genetics & Genomes**, Berlin, v. 7, n. 4, p. 663-683, 2011b.

FRANCO, J. J. *et al.* Produção e viabilidade de pólen de cultivares de pereira provenientes de duas regiões do RS. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA (CIC), 18.; ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO (ENPOS), 11.; MOSTRA CIENTÍFICA, 1., 2009, Pelotas. **Anais...** Pelotas: UFPel, 2009. 4 p. Disponível em: <<http://www.ufpel.edu.br/cic/2009/cd/>>. Acesso em: 10 dez. 2012.

FREITAS, B. M.; NUNES-SILVA, P. Polinização agrícola e sua importância no Brasil. In: IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. *et al.* (Org.). **Polinizadores do Brasil: contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais.** São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2012. p. 103-118.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (FEPAGRO). **Atlas Climático do Rio Grande do Sul.** Disponível em: <[http://www.r3pb.com.br/atlas/Atlas\\_Climatico\\_do\\_Rio\\_Grande\\_do\\_Sul/Atlas.html](http://www.r3pb.com.br/atlas/Atlas_Climatico_do_Rio_Grande_do_Sul/Atlas.html)>. Acesso em: 10 dez. 2012.

GALLO, D. *et al.* **Entomologia agrícola.** Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p. v. 10.

GARÓFALO, C. A. *et al.* As abelhas solitárias e perspectivas para seu uso na polinização no Brasil. In: IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. *et al.* (Org.). **Polinizadores do Brasil: contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais.** São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2012. p. 183-202.

GOLDWAY, M. *et al.* Understanding the gametophytic self-incompatibility system and its impact on European pear (*Pyrus communis* L.) cultivation. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 800, p.109-118, 2008.

GOLDWAY, M. *et al.* Renumbering the *S*-RNase alleles of European pears (*Pyrus communis* L.) and cloning the *S109* RNase allele. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 119, n. 4, p. 417-422, 2009.

GONÇALVES, C. X. **Viabilidade e compatibilidade de pólen de diferentes genótipos de pereira no Rio Grande do Sul.** 2008. 151 f. Dissertação (Mestrado em Fruticultura de Clima Temperado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2008.

GOOGLE. **Google Earth.** Disponível em: <<http://www.google.com/earth/index.html>>. Acesso em: 11 jan. 2013.

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

HAWERROTH, F. J. *et al.* Aumento da produção de pereira asiática pelo uso de fitoreguladores. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 10, p. 1750-1754, 2011.

HEIDE, O. M.; PRESTRUD, A. K. Low temperature, but not photoperiod, controls growth cessation and dormancy induction and release in apple and pear. **Tree Physiology**, Victoria, v. 25, n. 1, p. 109-114, 2005.

HEDDEN, P. Regulation of gibberellin biosynthesis. In: HOOYKAAS, P. J. A.; HALL,

M. A.; LIBBENGA, K. R. (Ed.). **Biochemistry and Molecular Biology of Plant Hormones**. Amsterdam: Elsevier Science B. V., 1999. p. 161-188. v. 33.

HENDGES, M. V.; ESPÍNDOLA, B. P. Colheita e pós-colheita. In: RUFATO, L.; KRETZCHMAR, A. A.; BOGO, A. (Coord.). **A Cultura da pereira**. Florianópolis: DIOESC, 2012. p. 228-247.

HERMES, M. G.; KÖHLER, A. The flower-visiting social wasps (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) in two areas of Rio Grande do Sul State, southern Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 50, n. 2, p. 268-274, 2006.

HERTER, F. G. *et al.* Resultados recentes de pesquisas sobre adaptação de algumas frutíferas de clima temperado no sul do Brasil: enfoque na ecofisiologia hiberna. In: INTERNATIONAL WORKSHOP OF TEMPERATE FRUIT TREES ADAPTATION IN SUBTROPICAL AREAS, 2., 2006, Pelotas. **Anais...** Pelotas: [s.n.], 2006. p. 41-48. (Documentos, 165). Disponível em: <[http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/download/documentos/documento\\_165.pdf](http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/download/documentos/documento_165.pdf)>. Acesso em: 16 ago. 2010.

HIRST, P. M. Flower bud formation, pollination and fruit set. In: BAUGHER, T. A.; SINGHA, S. (Ed.). **Concise Encyclopedia of Temperate Tree Fruit**. New York: Food Products Press, 2003. p. 77-84.

HONTY, K.; STEFANOVITS-BÁNYAI, É.; TÓTH, M. Frost induced changes in enzyme activities and carbohydrate content in the spurs of some pear cultivars during the dormancy. **International Journal of Horticultural Science**, Budapest, v. 14, n. 1-2, p. 41-44, 2008.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Contém informações sobre a produção frutícola brasileira**. Disponível em: <<http://www.Ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/default.shtm>>. Acesso em: 26 out. 2012.

ISHIMIZU, T. *et al.* Identification and partial amino acid sequences of seven S-RNases associated with self-incompatibility of Japanese pear, *Pyrus pyrifolia* Nakai. **Journal of Biochemistry**, Oxford, v. 120, n. 2, p. 326-334, 1996.

ITALIA. [Legislação regional de produção vegetal]. Bollettino ufficiale della regione Emilia-Romagna - parte seconda - n. 107. Determinazione del responsabile del servizio produzioni vegetali, n° 8.000, 21 luglio 2010. **L. R. n. 28/99. Aggiornamento dei disciplinari di produzione integrata delle colture frutticole - Fase di post raccolta - Prodotto fresco**. Disponível em: <<http://bur.regione.emilia-romagna.it/bur/area-bollettini/bur-20-8-2010-n.-107-1/l.r.-n.-28-99.-aggiornamento-dei-disciplinari-di-produzione-integrata-delle-colture-frutticole-fase-di-post-raccolta-prodotto-fresco/allegato-det.8000-2010>>. Acesso em: 5 fev. 2013.

IUCHI, T. *et al.* Anelamento e paclobutrazol na produção e absorção de nutrientes em pereira (*Pyrus communis* L.) cultivar Packham's Triumph. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 4, p. 857-861, 2008.

IUCHI, T.; LUZ, A. R. Mudança na arquitetura da pereira induz precocidade de produção e abre perspectiva para o cultivo. **Jornal da Fruta**, Lages, n. 206, p. 4-4, 2008.

IUCHI, T.; LUZ, A. R. Crescimento, frutificação, poda e condução da pereira. In: REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DA PEREIRA, 3, 2010, Lages. **Anais...** Lages: CAV-UDESC, 2010. p. 95-100.

JACKSON, J. E. **Biology of horticultural crops: biology of apples and pears.** Cambridge: Cambridge University Press, 2003. 489 p.

JAUMIÉN, F.; WIKTOROWICZ, M.; OSINSKA, B. Vegetative growth control and fruiting of young pear trees treated with CCC, SADH, PP333 (paclobutrazol) and a mixture of these compounds with cepa. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 179, p. 221-228, 1986.

JOHNSON, K. B.; SAWYER, T. L.; TEMPLE, T. N. Rates of epiphytic growth of *Erwinia amylovora* on flowers common in the landscape. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 90, n. 10, p. 1331-1336, 2006.

KENDALL, D. A. The viability and compatibility of pollen on insects visiting apple blossom. **Journal of Applied Ecology**, London, v. 10, n. 3, p. 847-853, 1973.

KISSMAN, K. G. Adjuvantes para caldas de produtos fitossanitários. In: GUEDES, J. V. C.; DORNELLES, S. B. (Org.). **Tecnologia e Segurança na Aplicação de Agrotóxicos: novas tecnologias.** Santa Maria: Departamento de Defesa Fitossanitária e Sociedade de Agronomia de Santa Maria, 1998. p. 39-51.

KOCH, M. M.; HENKES, J. A. A interferência das plantações de *Pinus* spp. nos ecossistemas dos Campos de Cima da Serra, RS. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 2, n. 1, p. 64-91, 2013.

KONARSKA, A.; MASIEROWSKA, M.; WERYSZKO-CHMIELEWSKA, E. The structure of nectaries and nectar secretion in common pear (*Pyrus communis* L.). **Journal of Apicultural Science**, Puławy, v. 49, n. 1, p. 85-92, 2005.

KRETZSCHMAR, A. A.; BRIGHENTI, L. M. RUFATO, L. Chilling requirement for dormancy bud break in European pear. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 909, p. 85-88, 2011.

LAFER, G. Effects of different bioregulator applications on fruit set, yield and fruit quality 'Williams' pears. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 800, p. 183-188, 2008.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal.** São Carlos: RiMa, 2004. 531 p.

LATORRE, B. A.; RIOJA, M. E.; LILLO, C. The effect of temperature on infection and a warning system for pear blossom blast caused by *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*. **Crop Protection**, Oxford, v. 21, n. 1, p. 33-39, 2002.

LEÃO, M. L. *et al.* Estudos preliminares com o predador *Zelus* sp. (Heteroptera: Reduviidae) alimentado com lagartas de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) ou *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 9., 2009, São Lourenço, MG. **Anais...** São Lourenço, MG: [s.n.], 2009. 1 CD-ROM.

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., 2008, Lages. **Anais...** Lages: CAV-UDESC, 2008. p. 45-48.

LEITE, D. L.; SOUZA, C. M. Polinização. In: QUEZADA, A. C.; NAKASU, B. H.; HERTER, F. G. (Ed.). **Pera: produção**. Brasília: Embrapa Clima Temperado, 2003. p. 23-28. (Frutas do Brasil, 46).

LENZI, M.; ORTH, A. I.; GUERRA, T. M. Ecologia da polinização de *Momordica charantia* L. (Cucurbitaceae), em Florianópolis, SC, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 28, n. 3, p. 505-513, 2005.

LIZÁRRAGA, A.; GARCÍA, G.; BURGOS, A. **Rede de polinizadores del Perú: informe final**. Lima: Red de Acción en Agricultura Alternativa (RAAA), 2008. 56 p.

LUCA, S. *et al.* Compatible and self-incompatible pollination in *Pyrus communis* displays different polyamine levels and transglutaminase activity. **Amino Acids**, Wien, v. 38, n. 2, p. 659-667, 2010.

LUZ, A. R. **Fitorreguladores em pereiras europeias: fruit set, produtividade e qualidade de frutos**. 2012. 63 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Faculdade de Agronomia, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2012.

LUZ, A. R. *et al.* Floração e polinização. In: RUFATO, L.; KRETZCHMAR, A. A.; BOGO, A. (Coord.). **A Cultura da pereira**. Florianópolis: DIOESC, 2012a. p. 38-53.

LUZ, A. R. *et al.* Aplicação de TDZ aumenta a produtividade de pereira ‘Rocha’. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 22., 2012, Bento Gonçalves, RS. **Anais...** Bento Gonçalves, RS: [s.n.], 2012b. p. 31-34. 1 CD-ROM.

MACCAGNANI, B. *et al.* *Osmia cornuta* (Hymenoptera, Megachilidae) as a pollinator of pear (*Pyrus communis*): fruit- and seed-set. **Apidologie**, Paris, v. 34, n. 3, p. 207-216, 2003.

MACHADO, B. D. **Aspectos vegetativos e produtivos de cultivares copa de pereira europeia com combinações de porta-enxertos**. 2011. 82 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Faculdade de Agronomia, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2011.

MACHADO, B. D.; HIPÓLITO, J. S.; RUFATO, L. Cultivares de pereiras europeias. In: RUFATO, L.; KRETZCHMAR, A. A.; BOGO, A. (Coord.). **A Cultura da pereira**. Florianópolis: DIOESC, 2012. p. 150-171.

MAIA, A. C. D. *et al.*. Besouros (Insecta, Coleoptera) como polinizadores no Brasil – perspectivas no uso sustentado e conservação na polinização. In: IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. *et al.* (Org.). **Polinizadores do Brasil: contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2012. p. 153-173.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). Brasília. **Contém informações sobre os ingredientes ativos dos agrotóxicos de cada cultura, sua toxicologia e modo de uso conforme registro no sistema AGROFIT.** Disponível em: <[http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso em: 12 fev. 2013.

MARAFON, A. C. *et al.* Efeito do anelamento de tronco em pereira (*Pyrus communis* L.) cv. Abate Fetel na formação de gemas floríferas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20., ANNUAL MEETING OF THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR TROPICAL HORTICULTURE, 54., 2008, Vitória, ES. **Anais...** Vitória, ES: [s.n.], 2008. 1 CD-ROM.

MARAFON, A. C. *et al.* Floral bud initiation and development of three pear tree (*Pyrus* sp.) cultivars in two subtropical regions during the summer period. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF TEMPERATE ZONE FRUITS IN THE TROPICS AND SUBTROPICS, 8., 2007, Pelotas. **Anais...** Pelotas: [s.n.], 2007. p. 80-81. (Documentos, 207). Disponível em: <[http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/download/documentos/documento\\_207.pdf](http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/download/documentos/documento_207.pdf)>. Acesso em: 16 ago. 2010.

MARAFON, A. C.; HERTER, F. G.; HAWEROTH, F. J. Umidade ponderal em tecidos de pereira durante o período de dormência sob condições de inverno ameno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 9, p. 1006-1012, 2011.

MARCON FILHO, J. L. *et al.* Poda e condução da pereira. In: RUFATO, L.; KRETZCHMAR, A. A.; BOGO, A. (Coord.). **A Cultura da pereira**. Florianópolis: DIOESC, 2012. p. 123-69.

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.** 1998. 191 f. Tese (Doutorado em Horticultura e Silvicultura) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998.

MARQUES, V. B. *et al.* Ocorrência de insetos na pitaita no município de Lavras-MG. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 5, n. 15, p. 88-92, 2012.

MARTINS, O. M.; OLIVEIRA, M. R. V. **Subsídios técnicos para a elaboração de plano de contingência: *Erwinia amylovora*.** Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2007. 85 p. (Documentos, 214).

MATSUDA, N. *et al.* Early flowering phenotype in transgenic pears (*Pyrus communis* L.) expressing the *CiFT* gene. **Journal of the Japanese Society Horticultural Science**, Tokyo, v. 78, n. 4, p. 410-416, 2009.

MCCALL, A. C.; IRWIN, R. E. Florivory: the intersection of pollination and herbivory. **Ecology Letters**, Oxford, v. 9, n. 12, p. 1351-1365, 2006.

MCDOWELL, E. M.; TRUMP, B. Histological fixatives suitable for diagnostic light and electron microscopy. **Archives of Pathology & Laboratory Medicine**, Northfield, v. 100, n. 8, p. 405-414, 1976.

MEDEIRA, M. C.; MAIA, M. I. Self-Pollination, cross-pollination and parthenocarpy in 'Rocha' pear. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 800, p.231-238, 2008.

MORALES, M. N.; KÖHLER, A. Espécies de Syrphidae (Diptera) visitantes das flores de *Eryngium horridum* (Apiaceae) no Vale do Rio Pardo, RS, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, Porto Alegre, v. 96, n. 1, p. 41-45, 2006.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, 1961. 42 p.

MORIYA, Y.; *et al.* Parthenocarpy and self- and cross-incompatibility in ten European pear cultivars. **Journal of the Japanese Society Horticultural Science**, Tokyo, v. 78, n. 4, p. 424-430, 2005.

MOTA, M.; OLIVEIRA, C. M. Identificação de alelos *S* na pereira 'Rocha' e determinação da compatibilidade entre cultivares. In: CONGRESSO IBÉRICO DE CIÊNCIAS HORTÍCOLAS, 5; CONGRESSO IBEROAMERICANO DE CIÊNCIAS HORTÍCOLAS, 4., 2005, Lisboa. **Actas...** Lisboa: Associação Portuguesa de Horticultura, 2005. p. 232-238. v. 2.

MUNIZ, J. *et al.* Uso de fitorreguladores em pereira Williams. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 22., 2012, Bento Gonçalves, RS. **Anais...** Bento Gonçalves: [s.n.], 2012b. p. 475-478. 1 CD-ROM.

MUNIZ, J. N.; KRETZCHMAR, A. A.; HIPÓLITO, J. S. Classificação botânica, origem e evolução. In: RUFATO, L.; KRETZCHMAR, A. A.; BOGO, A. (Coord.). **A Cultura da pereira**. Florianópolis: DIOESC, 2012a. p. 30-37.

MUSACCHI, S. I. Coltivazione: tecnica culturale. In: FIDEGHELLI, C. (Coord.). **Cultura & Cultura: il pero**. Milano: Bayer CropScience, 2007. p. 91-134.

MUSACCHI, S. I regolatori di crescita per il controllo della vegetazione nel pero. In: REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DA PEREIRA, 2., 2008, Lages. **Anais...** Lages: CAV-UDESC, 2008. p. 13-16.

MUSACCHI, S.; SERRA, S.; ANCARANI, V. Comparison among pear training systems and rootstocks for High Density Planting (HDP) of the cultivar 'Abbé Fétel'. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 909, p. 251-258, 2011.

NAKASU, B. H.; FAORO, I. D. Cultivares. In: QUEZADA, A. C; NAKASU, B. H.; HERTER, F. G. (Ed.). **Pera: produção**. Brasília: Embrapa Clima Temperado, 2003. p. 29-36. (Frutas do Brasil, 46).

NAVA, G. A. **Desenvolvimento floral e frutificação de pessegueiros [*Prunus persica* (L.) Batsch] cv. Granada, submetidas a distintas condições térmicas durante o período de pré-floração e floração**. 2007. 175 f. Tese (Doutorado em Horticultura e Silvicultura) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

NEGI, N. D.; SHARMA, N. Growth, flowering and cropping response of Flemish Beauty

pear to bloom spray of gibberellic acid and benzyl adenine. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 696, p. 295-298, 2005.

NICÁCIO, R. M. *et al.* Parâmetros climatológicos de Caxias do Sul, Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 12., 2002, Foz do Iguaçu, PR. **Anais...** Foz do Iguaçu: [s.n.], 2002. p. 625-633. 1 CD-ROM.

NYÉKI, J.; GÖNDÖRNÉ-PINTÉR, M.; SZABÓ, Z. Recent data on fertilization of pear varieties. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 367, p. 87-96, 1994.

NYÉKI, J.; SOLTÉSZ, M. The variation of seed content of fruits in pear varieties, also as function of different conditions of fertilization, as open pollination, natural autogamy and allogamy. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 475, p. 237-250, 1998.

NYÉKI, J.; SOLTÉSZ, M.; IVANCSICS, J. Natural tendency to parthenocarpy of pear varieties in Hungary. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 475, p. 367-377, 1998.

OLIVEIRA, P. R. D. *et al.* The Brazilian pear breeding program. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 909, p. 145-152, 2011.

OZTURK, I. *et al.* Some chemical and physico-mechanical properties of pear cultivars. **African Journal of Biotechnology**, Nairobi, v. 8, n. 4, p. 687-693, 2009.

PASA, M. S. *et al.* Proexadione cálcio no crescimento e produtividade de pereiras 'Packham's Triumph'. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 22., 2012, Bento Gonçalves, RS. **Anais...** Bento Gonçalves: [s.n.], 2012. p. 4060-4063. 1 CD-ROM.

PERAZZOLO, G. Problemática da cultura da pereira no Rio Grande do Sul. In: REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DA PEREIRA, 2, 2008, Lages. **Anais...** Lages: CAV-UDESC, 2008. p. 28-32.

PETRI, J. L.; CARMELATTO, D.; HERTER, F. Quebra de dormência. In: QUEZADA, A. C.; NAKASU, B. H.; HERTER, F. G. (Ed.). **Pera: produção**. Brasília: Embrapa Clima Temperado, 2003. p. 52-54. (Frutas do Brasil, 46).

PETRI, J. L. *et al.* Fitorreguladores para o aumento da frutificação efetiva na pereira. In: REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DA PEREIRA, 3., 2010, Lages. **Anais...** Lages: CAV-UDESC, 2010. p. 56-62.

PICCHIONI, G. A.; WEINBAUM, S. A.; BROWN, P. H. Retention and the kinetics of uptake and export of foliage-applied, labeled boron by apple, pear, prune, and sweet cherry leaves. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Mount Vernon, v. 120, n. 1, p. 28-35, 1995.

PINEDA, A. M. G. **Los sirfídeos (Diptera, Syrphidae) en el control integrado de plagas de pulgón en cultivos de pimiento de invernadero**. 2008. 163 f. Tesis (Doctorado - Biodiversidad) – Centro Iberoamericano de la Biodiversidad, Instituto de Investigación, Universidad de Alicante, Alicante, 2008.

PINHEIRO, L. A.; TORRES, L. M.; SANTOS, S. A. P. **Sirfídeos associados ao olival**

**transmontano:** importância da vegetação herbácea espontânea na sua vitalidade. Bragança: Instituto Politécnico de Bragança, 2013. 36 p.

PRADO, R. M. **Nutrição de plantas**. São Paulo: Editora UNESP, 2008. 407 p.

PUSEY, P. L. *et al.* Characterization of stigma exudates in aqueous extracts from apple and pear flowers. **HortScience**, Alexandria, v. 43, n. 5, p. 1471-1478, 2008.

QUEZADA, A. C.; NAKASU, B. H. Classificação botânica, origem e evolução. In: QUEZADA, A. C.; NAKASU, B. H.; HERTER, F. G. (Ed.). **Pera: produção**. Brasília: Embrapa Clima Temperado, 2003. p. 20-22. (Frutas do Brasil, 46).

RAFFO, M. D. *et al.* Sensory evaluation of pears: a useful tool to detect changes in eating quality during ripening. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 909, p. 651-656, 2011.

RAMÍREZ, F.; DAVENPORT, T. L. Apple pollination: a review. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 162, p. 188-203, 2013.

RAMÍREZ-FREIRE, L. *et al.* Las abejas del género *Agapostemon* (Hymenoptera: Halictidae) del estado de Nuevo León, México. **Revista Mexicana de Biodiversidad**, Ciudad de México, v. 83, n. 1, p. 63-72, 2012.

RAVEN, P. H.; CURTIS, H. **Biología vegetal**. Barcelona: Omega, 1975. 716 p.

REIS, C. A. F. **Insectos polinizadores e seu efeito na produção de Pereira ‘Rocha’ na Região Oeste**. 90 f. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrônoma) – Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2011.

RIBEIRO, P. A.; BRIGHENTI, E.; BERNARDI, J. **Comportamento de algumas cultivares de pereira *Pyrus communis* L. e suas características nas condições do Planalto Catarinense**. Florianópolis: EMPASC, 1991. 53 p. (Boletim Técnico, 56).

ROCHA, L.; REDAELLI, L. R.; STEINER, M. G. Extração de alimento por *Cosmoclopius nigroannulatus* Stål (Hemiptera: Reduviidae) de ninfas de *Spartocera dentiventris* (Berg) (Hemiptera: Coreidae). **Neotropical Entomology**, Piracicaba, v. 31, n. 4, p. 601-607, 2002.

RODRIGUES, A. C. *et al.* Balanço de carboidratos em gemas florais de dois genótipos de pereira sob condição de inverno ameno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 1, p. 1-4, 2006.

ROGALSKY, J. M. *et al.* Biologia reprodutiva da reófito *Dyckia brevifolia* Baker (Bromeliaceae), no Rio Itajaí-Açu, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 32, n. 4, p. 691-702, 2009.

ROMMEL, C. C. **Etiologia e epidemiologia da morte de flores de pereiras europeias (*Pyrus communis* L.) no Rio Grande do Sul**. 86 f. 2009. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

RUFATO, A. R. *et al.* Manual cross-pollination, fruit set and development in pear. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 918, p. 749-751, 2011a.

RUFATO, A. R. *et al.* Características físicas das flores, estimativa de produção e germinação de grão pólen de genótipos de pereira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 22., 2012, Bento Gonçalves, RS. **Anais...** Bento Gonçalves: [s.n.], 2012. p. 4463-4467. 1 CD-ROM

RUFATO, L. *et al.* The effect of thinning flowering buds on the effective fructification of the pear cv. Abate Fetel in the region of Vacaria city – Rio Grande do Sul State, Brazil. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 800, p. 221-224, 2008.

RUFATO, L. *et al.* Plant growth regulators increase productivity of ‘Packham’s Triumph’ pear in Southern Brazil. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 909, p. 429-434, 2011b.

SALAYA, G. F. G. **Fruticultura:** la producción de fruta – fruta de climas templado y subtropical y uva de vino. Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile, Colección en Agricultura, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, 2000. 583 p.

SALGADO-LABOURIAU, M. L. **Contribuição à palinologia dos Cerrados.** Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1973. 285 p.

SANSAVINI, S.; ANCARANI, V.; NERI, D. Overview of intensive pear culture: planting density, rootstocks, orchard management, soil-water relations and fruit quality. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 800, p.35-50, 2008.

SANTOS, A. R. F. **Diversidad genética de la colección de cultivares de peral del Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM, Xunta de Galicia).** 2011. 204 f. Tese (Doctorado en Producción Vegetal) – Escuela Politécnica Superior, Universidad de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela, 2011.

SANZOL, J. Pistil-function breakdown in a new S-allele of European pear,  $S_{21}^e$ , confers self-compatibility. **Plant Cell Reports**, Berlin, v. 28, n. 3, p. 457-467, 2009a.

SANZOL, J. Genomic characterization of self-incompatibility ribonucleases (*S*-RNases) in European pear cultivars and development of PCR detection for 20 alleles. **Tree Genetics & Genomes**, Berlin, v. 5, n. 3, p. 393-405, 2009b.

SANZOL, J. Two neutral variants segregating at the gametophytic self-incompatibility locus of European pear (*Pyrus communis* L.) (Rosaceae, Pyrinae). **Plant Biology**, Berlin, v. 12, n. 5, p. 800-805, 2010.

SANZOL, J.; HERRERO, M. The “effective pollination period” in fruit trees. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 90, n. 1-2, p. 1-17, 2001.

SANZOL, J.; HERRERO, M. Self-incompatibility and self-fruitfulness in pear cv. Agua de Aranjuez. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Mount Vernon, v. 132, n. 2, p. 166-171, 2007.

SANZOL, J.; RALLO, P.; HERRERO, M. Asynchronous development of stigmatic

receptivity in the pear (*Pyrus communis*; Rosaceae) flower. **American Journal of Botany**, Saint Louis, v. 90, n. 1, p. 78-84, 2003a.

SANZOL, J.; RALLO, P.; HERRERO, M. Stigmatic receptivity limits the effective pollination period in 'Agua de Aranjuez' pear. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Mount Vernon, v. 128, n. 4, p. 458-462, 2003b.

SCHIFINO-WITTMANN, M. T.; DALL'AGNOL, M. Autoincompatibilidade em plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 6, p. 1083-1090, 2002.

SERVIÇO NACIONAL DE SANIDAD Y CALIDAD AGROALIMENTARIA (SENASA). **Contém informações sobre cultivares de pereiras produzidas na Argentina**. Buenos Aires, 2013. Disponível em: <<http://www.sinavimo.gov.ar/pagina/cultivo-del-peral-en-argentina>>. Acesso em: 20 fev. 2013.

SHALTOUT, A. D.; UNRATH, C. R. Rest completion prediction model for 'Starkrimson Delicious' apples. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Mount Vernon, v. 108, n. 6, p. 957-961, 1983.

SHINNERS, L. H. Scarcity of wild bees and wasps (Hymenoptera Aculeata) in North Central Texas in 1957. **The Southwestern Naturalist**, San Angelo, v. 2, n. 2/3, p. 129-131, 1957.

SILVA, L.; HERRERO, M.; OLIVEIRA, C. M. Effects of gibberellic acid and pollination on fruit set and fruit quality in 'Rocha' pear. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 800, p. 199-204, 2008a.

SILVA, L.; HERRERO, M.; OLIVEIRA, C. M. Study of pollen-pistil interactions on crosses between 'Rocha' pear and potential pollinators. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 800, p. 205-210, 2008b.

SILVEIRA, T. M. T. *et al.* Influência do dano da abelha-irapuá em flores de mirtilheiro sobre a frutificação efetiva e as frutas produzidas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 1, p. 303-307, 2010.

SIMONETTO, P. R.; GRELLMANN, E. O. Observações preliminares sobre algumas cultivares de pereira na Estação Experimental de Veranópolis. In: REUNIÃO TÉCNICA DE FRUTICULTURA, 3., 1994, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: FEPAGRO, 1994. p. 81-84.

SIMONETTO, P. R.; GRELLMANN, E. O. **Comportamento de cultivares de pereira na região serrana do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: FEPAGRO, 1999. 28 p. (Boletim FEPAGRO, 9).

SMIT, M. *et al.* Shoot growth control of pear trees (*Pyrus communis* L.) with prohexadione-calcium. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 106, n. 4, p. 515-529, 2005.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Comissão de Química e Fertilidade do Solo. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: SBCS – 2004. 394 p.

SOMAVILLA, A.; KÖHLER, A. Preferência floral de vespas (Hymenoptera, Vespidae) no Rio Grande do Sul, Brasil. **EntomoBrasilis**, Vassouras, v. 5, n. 1, p. 21-28, 2012.

SÔNEGO, O. R.; GARRIDO, L. R.; GRIGOLETTI JÚNIOR, A. **Principais doenças fúngicas da videira no Sul do Brasil**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2005. 32 p. (Circular Técnica, 56).

SOUSA, R. M. Manejo de produção da pera Rocha. In: REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DA PEREIRA, 3., 2010, Lages. **Anais...** Lages: CAV-UDESC, 2010. p. 9-25.

SOUZA, L. A. **Anatomia do fruto e da semente**. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2006. 200 p.

SOUZA, L. A. **Morfologia e anatomia vegetal: célula, tecidos, órgãos e plântula**. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2009. 259 p.

SOUZA, M. M.; ZANUNCIO, J. C. **Marimbondos: vespas sociais (Hymenoptera: Vespidae)**. Viçosa: Editora UFV, 2012. 79 p.

SPINELLI, F. *et al.* Influence of stigmatic morphology on flower colonization by *Erwinia amylovora* and *Pantoea agglomerans*. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 113, n. 4, p. 395-405, 2005.

SPRANKLE, P.; MEGGITT, W.F.; PENNER, D. Adsorption, mobility, and microbial degradation of glyphosate in the soil. **Weed Science**, Champaign, v. 23, n. 3, p. 229-234, 1975.

STANTON, M. A. *et al.* Floral competence of primocane-fruiting blackberries Prime-Jan and Prime-Jim blackberries grown at three temperature regimes. **HortScience**, Alexandria, v. 42, p. 508–513, 2007.

STEYN, W. J. *et al.* Physical, sensory and consumer analysis of eating quality and appearance of pear genotypes among South African consumers. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 909, p. 579-586, 2011.

STÖSSER, R.; HARTMANN, W.; ANVARI, S. F. General aspects of pollination and fertilization of pome and stone fruit. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 423, p.15-22, 1996.

STRECK, E. V. *et al.* **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRGS, 2002. 126 p.

SWIETLICK, D. Plant nutrition. In: BAUGHER, T. A.; SINGHA, S. (Ed.). **Concise Encyclopedia of Temperate Tree Fruit**. New York: Food Products Press, 2003. p. 253-259.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TAKASAKI-YASUDA, T. *et al.* S-Genotype assignment of European pear cultivars using S-RNase specific CAPS marker. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 800, p. 391-400, 2008.

TEPEDINO, V. J. *et al.* Orchard pollination in Capitol Reef National Park, Utah, USA.

Honey bees or native bees? **Biodiversity and Conservation**, Dordrecht, v. 16, p. 3083-3094, 2007.

THEISSEN, G. Development of floral organ identity: stories from the MADS house. **Current Opinion in Plant Biology**, Saint Louis, v. 4, n. 1, p. 75-85, 2001.

THEISSEN, G.; SAEDLER, H. Floral quartets. **Nature**, London, v. 409, p. 469-471, 2001.

THERON, K. I. Size matters: factors influencing fruit size in pear. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 909, p. 545-556, 2011.

TOMINOTO, Y. *et al.* Analysis of self-incompatibility-related ribonucleases (*S*-RNases) in two species of pears, *Pyrus communis* and *Pyrus ussuriensis*. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 66, n. 3-4, p. 159-167, 1996.

TREVISAN, R. *et al.* Índice de necrose em primórdios florais de pereira (*Pyrus* sp.). **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, Garça, n. 8, 10 p., 2006. Disponível em: <<http://www.revista.inf.br/florestal08/pages/artigos/artigo07.pdf>>. Acesso em: 17 jun. 2010.

TROIAN, V. R. R. **Comunidades de insetos de sub-bosque em diferentes fisionomias vegetais**. 2008. 62 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia Terrestre) – Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

TROMP, J.; BORSBOOM, O. Fruit set and the effective pollination period in apple and pear as affected by bloom and post-bloom temperature. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 423, p. 193-200, 1996.

TSUKAYA, H. *et al.* Floral organ-specific and constitutive expression of an *Arabidopsis thaliana* heat-shock HSP18.2::GUS fusion gene is retained even after homeotic conversion of flowers by mutation. **Molecular and General Genetics**, Heidelberg, v. 237, n. 1-2, p. 26-32, 1993.

VANTHOURNOUT, S.; VALCKE, R.; DECKERS, T. The use of gibberellins and prohexadione-Ca treatments for fruit set improvement on ‘Conference’ pear. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 800, p.175-178, 2008.

VERISSIMO, V. *et al.* Caracterização de gemas florais de pereira (*Pyrus* sp.) relacionada ao abortamento floral. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 193-197, 2004.

VILARDELL, P.; PAGÉS, J. M.; ASÍN, L. Effect of bioregulator applications on the fruit set in ‘Abate Fetel’ pear trees. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 800, p. 169-174, 2008.

VILLALOBOS-ACUÑA, M.; MITCHAM, E. J. Ripening of European pears: the chilling dilemma. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 49, n. 2, p. 187-200, 2008.

WÄCKERS, F. L.; ROMEIS, J.; RIJN, P. Nectar and pollen feeding by insect herbivores

and implications for multitrophic interactions. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 52, p. 301-323, 2007.

WALSH, C. S. Plant hormones. In: BAUGHER, T. A.; SINGHA, S. (Ed.). **Concise Encyclopedia of Temperate Tree Fruit**. New York: Food Products Press, 2003. p. 247-252.

WARNER, K. A.; RUDALL, P. J.; FROHLICH, W. Environmental control of sepalness and petalness in perianth organs of waterlilies: a new Mosaic Theory for the evolutionary origin of a differentiated perianth. **Journal of Experimental Botany**, Lancaster, v. 60, v. 12, p. 3559-3574, 2009.

WEBSTER, A. D. Factors influencing the flowering, fruit set and fruit growth of European pears. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 596, p. 699-709, 2002.

WESTWOOD, M. N. **Temperate-zone pomology: physiology and culture**. 3<sup>rd</sup> ed, Portland: Timber Press, 1993. 523 p.

WITTER, S.; BLOCHTEIN, B. **Espécies nativas sem ferrão de ocorrência no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Versátil Artes Gráficas, 2008. 67 p.

WITTER, S.; BLOCHTEIN, B.; SANTOS, C. **Abelhas sem ferrão do Rio Grande do Sul: manejo e conservação**. Porto Alegre: FEPAGRO, 2007. 79 p. (Boletim Técnico, 15).

WREGE, M. S. *et al.* **Zoneamento agroclimático para a pereira no Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006. 29 p. (Documentos, 182).

YAO, J. L.; DONG, Y. H.; MORRIS, A. M. Parthenocarpic apple fruit production conferred by transposon insertion mutations in a MADS-box transcription factor. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 98, n. 3, p. 1306-1311, 2001.

ZAMANI, A.; ATTAR, F., MAROOFI, H. Pollen morphology of the genus *Pyrus* (Rosaceae) in Iran. **Acta Biologica Szegediensis**, Szeged, v. 54, n. 1, p. 51-56, 2010.

ZECCA, A. G. D. **Abortamento floral de pereiras em algumas localidades do Brasil, Uruguai e Argentina: fatores climáticos e anormalidades nas gemas**. 2004. 115 f. Tese (Doutorado em Fruticultura de Clima Temperado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2004.

ZECCA, A. G. D. *et al.* Ocorrência de anormalidades e presença de organismos estranhos nas gemas florais de pereira. In: INTERNATIONAL WORKSHOP OF TEMPERATE FRUIT TREES ADAPTATION IN SUBTROPICAL AREAS, 2., 2006, Pelotas. **Anais...** Pelotas: [s.n.], 2006. p. 105-124. (Documentos, 165). Disponível em: <[http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/download/documentos/documento\\_165.pdf](http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/download/documentos/documento_165.pdf)>. Acesso em: 16 ago. 2010.

ZISOVICH, A.; STERN, R. A.; GOLDWAY, M. Identification of seven haplotype-specific *SFBs* in European pear (*Pyrus communis*) and their use as molecular markers. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 121, n. 1, p. 49-53, 2009.

ZUCCHERELLI, S. *et al.* S-Allele characterization in self-incompatible pear (*Pyrus communis* L.). **Sexual Plant Reproduction**, Berlin, v. 15, p. 153-158, 2002.

## **8 APÊNDICES**

APÊNDICE 1. Médias mensais e anuais das variáveis registradas em estação meteorológica convencional do 8º DISME-INMET/Caxias do Sul. Caxias do Sul, RS. 2009-2011.

Mês	Insolação (h)	Temperatura do Ar (°C)			Precipitação Pluvial (mm)	Umidade Relativa (%)	Velocidade do Vento (m s <sup>-1</sup> )
		Mínima	Média	Máxima			
2009							
Janeiro	226,1	16,4	19,7	24,9	242,6	78	1,5
Fevereiro	168,1	18,1	21,2	25,9	150,3	80	1,0
Março	211,1	17,2	20,3	25,5	58,3	81	1,4
Abril	236,8	14,3	17,7	23,2	43,4	76	1,3
Mai	164,7	12,0	15,2	20,3	109,0	77	1,5
Junho	153,9	7,9	10,8	15,3	82,3	79	1,6
Julho	153,4	7,1	6,8	10,4	104,5	77	1,6
Agosto	183,0	11,3	15,2	20,5	152,5	78	1,6
Setembro	131,6	11,1	14,0	18,7	421,7	84	1,7
Outubro	176,4	12,4	16,2	21,5	146,2	78	1,7
Novembro	122,2	18,2	21,3	25,9	302,2	82	2,0
Dezembro	163,9	17,1	20,7	25,7	187,8	80	2,0
Média 2009	174,3	13,6	16,6	21,5	166,7	79,2	1,6
2010							
Janeiro	173,9	18,3	21,5	26,1	305,6	83	1,5
Fevereiro	127,2	19,6	22,8	28,0	111,4	77	2,0
Março	170,5	16,2	19,3	24,7	106,7	84	1,5
Abril	171,6	14,1	17,1	21,6	149,8	81	1,6
Mai	88,2	11,6	13,9	17,0	155,9	87	1,7
Junho	136,3	10,1	13,0	17,3	110,7	81	1,8
Julho	167,8	9,6	12,8	17,8	224,6	77	2,1
Agosto	123,5	9,2	12,6	17,6	56,7	76	1,8
Setembro	162,4	11,9	15,2	20,0	208,2	76	2,2
Outubro	190,6	11,4	15,1	20,1	73,1	76	1,7
Novembro	241,1	13,4	17,7	23,4	116,1	73	1,6
Dezembro	238,8	16,2	20,3	25,6	63,6	74	1,8
Média 2010	166,0	13,5	16,8	21,6	140,2	78,8	1,8
2011							
Janeiro	200,0	18,7	22,0	27,2	201,9	81	1,7
Fevereiro	127,5	18,4	21,0	25,2	179,6	86	1,7
Março	196,6	15,9	19,3	24,3	204,2	80	2,0
Abril	183,5	14,4	17,6	22,2	156,1	80	1,3
Mai	131,1	11,2	13,8	17,8	76,4	82	1,8
Junho	108,2	8,8	11,5	15,7	171,2	79	2,0
Julho	117,5	9,4	11,9	16,3	299,5	80	1,8
Agosto	117,3	9,2	12,4	17,3	274,9	78	2,6
Setembro	190,1	10,4	14,7	20,6	88,2	70	1,8
Outubro	219,4	13,0	16,9	22,5	113,9	74	1,9
Novembro	233,1	13,9	18,6	24,7	21,5	71	1,8
Dezembro	219,5	15,3	19,4	25,2	60,2	71	2,0
Média 2011	170,3	13,2	16,6	21,6	154,0	77,7	1,9

APÊNDICE 2. Somatório de Unidades de Frio (UF) pelo Modelo Carolina do Norte Modificado, de maio a setembro para o período de 2009 a 2011, calculados a partir dos dados coletados em estação meteorológica convencional do 8º DISME-INMET/Caxias do Sul. Caxias do Sul, RS. 2009-2011.

Mês	$\Sigma$ UF Modelo Carolina do Norte Modificado		
	2009	2010	2011
Maio	69,52	168,79	94,95
Junho	296,90	115,60	261,75
Julho	235,83	126,33	174,75
Agosto	0,00	95,50	116,79
Setembro	40,64	0,00	0,00
Total	642,89	506,22	648,24

APÊNDICE 3. Temperaturas do ar diárias máximas e mínimas durante a pré-colheita de frutos oriundos da floração primária, registradas por seis semanas em estação meteorológica convencional do 8º DISME-INMET/Caxias do Sul. Caxias do Sul, RS. 2009-2011.

Tempo até a Colheita (nº)		Temperatura do Ar (°C)					
		Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima
Semanas	Dias	Safrá 2009/2010		Safrá 2010/2011		Safrá 2011/2012	
Semana 6	42	24,7	17,9	19,1	15,4	30,2	18,4
	41	31,9	17,3	20,4	16,2	30,0	18,6
	40	20,9	15,2	25,0	12,2	20,0	9,4
	39	24,4	15,4	25,4	17,2	21,8	9,2
	38	22,3	17,3	29,0	18,4	25,0	12,4
	37	27,2	17,9	24,2	12,6	28,2	14,6
	36	28,6	18,9	31,2	15,0	28,5	15,4
Semana 5	35	28,0	20,7	25,6	20,0	27,6	18,6
	34	27,4	19,5	21,3	18,0	27,2	19,0
	33	28,6	18,1	18,2	9,0	21,0	16,4
	32	23,9	17,9	21,4	9,4	20,6	14,2
	31	30,3	16,9	25,6	12,2	25,2	11,6
	30	24,5	18,5	24,2	13,2	27,2	15,6
	29	21,9	15,6	26,2	17,6	29,4	16,6
Semana 4	28	26,8	16,2	29,6	20,2	23,8	15,2
	27	22,9	16,0	30,2	20,0	26,0	14,8
	26	18,2	11,4	27,6	19,2	22,2	12,6
	25	27,2	9,0	24,4	18,8	23,8	14,8
	24	24,3	16,0	25,9	17,2	25,0	15,0
	23	18,0	14,8	29,0	17,6	21,8	15,8
	22	19,5	13,2	29,4	19,2	28,8	16,2
Semana 3	21	26,3	14,6	25,6	19,6	32,0	19,8
	20	26,8	16,6	26,8	15,8	31,0	20,0
	19	25,5	19,5	25,6	18,8	34,0	19,6
	18	20,9	12,2	25,8	13,0	30,4	21,6
	17	20,5	11,8	25,9	13,6	21,8	14,2
	16	27,2	10,4	26,6	13,0	16,4	13,0
	15	27,6	15,4	27,0	15,4	26,4	14,0
Semana 2	14	28,6	16,9	25,4	16,6	23,0	16,0
	13	22,3	16,6	27,6	17,4	22,4	15,2
	12	28,8	15,0	25,0	17,4	26,6	11,4
	11	30,7	17,5	26,6	18,2	23,6	15,6
	10	30,9	18,1	30,8	20,4	21,8	15,8
	9	28,8	20,5	28,0	19,6	22,8	14,6
	8	27,0	18,5	30,2	18,4	21,2	15,2

continuação APÊNDICE 3. Temperaturas do ar diárias máximas e mínimas durante a pré-colheita de frutos oriundos da floração primária, registradas por seis semanas em estação meteorológica convencional do 8º DISME-INMET/Caxias do Sul. Caxias do Sul, RS. 2009-2011.

Tempo até a Colheita (nº de semanas)		Temperatura do Ar (°C)					
		Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima
Semanas	Dias	Safrá 2009/2010		Safrá 2010/2011		Safrá 2011/2012	
Semana 1	7	30,2	19,1	30,8	21,2	26,2	13,0
	6	27,6	18,9	27,6	20,4	23,6	14,8
	5	26,4	19,5	25,9	19,4	25,0	13,0
	4	31,3	20,1	27,2	16,8	27,8	16,6
	3	28,8	21,1	25,4	15,8	26,6	17,0
	2	30,5	19,5	24,6	16,4	30,6	17,4
	1	30,0	19,5	27,0	18,4	31,0	19,0
Média		27,1	17,3	25,9	17,4	25,6	15,3

APÊNDICE 4. Temperaturas do ar diárias máximas, médias e mínimas durante a segunda floração, desde a implantação do experimento de auto e alo cruzamentos, registradas em estação meteorológica convencional do 8º DISME-INMET/Caxias do Sul. Caxias do Sul, RS. 2010-2011.

Data	Temperatura do Ar (°C)					
	Máxima	Média	Mínima	Máxima	Média	Mínima
	2010/2011			2011/2012		
03/10	16,0	11,7	5,2	-	-	-
04/10	18,4	15,1	10,2	-	-	-
05/10	21,2	17,9	13,0	-	-	-
06/10	26,6	21,4	13,6	25,0	20,6	14,0
07/10	18,2	16,0	12,6	29,4	24,1	16,2
08/10	13,8	12,4	10,2	23,6	21,4	18,0
09/10	16,0	13,9	10,8	27,6	23,1	16,4
10/10	16,2	12,8	7,8	24,4	20,6	15,0
11/10	17,2	13,0	6,8	21,4	17,6	12,0
12/10	21,6	15,4	6,2	22,2	18,7	13,4
13/10	24,0	18,4	10,0	22,6	19,8	15,6
14/10	18,4	16,0	12,4	24,0	20,6	15,6
15/10	24,8	21,0	15,4	21,6	18,1	12,8
16/10	21,4	19,3	16,2	20,8	17,4	12,2
17/10	16,2	14,5	12,0	22,6	18,5	12,4
18/10	19,0	15,4	10,0	20,2	16,9	12,0
19/10	20,6	15,6	8,2	23,0	18,3	11,2
20/10	24,8	19,0	10,4	20,6	17,2	12,0
21/10	27,3	22,1	14,4	24,0	19,4	12,6
22/10	22,2	20,4	17,6	26,2	20,8	12,8
23/10	19,2	17,4	14,8	28,4	23,8	16,8
24/10	22,8	19,0	13,4	25,6	22,4	17,6
25/10	17,8	15,9	13,0	23,0	20,2	16,0
26/10	18,2	14,9	10,0	17,2	15,4	12,8
27/10	18,2	14,8	9,8	20,8	16,1	9,0
28/10	20,6	16,3	9,8	23,0	18,0	10,4
29/10	27,1	20,0	9,4	-	-	-
30/10	20,6	18,9	16,4	-	-	-
31/10	22,4	17,9	11,2	-	-	-
01/11	21,0	16,8	10,6	-	-	-
02/11	21,6	17,0	10,2	-	-	-
03/11	25,8	21,2	14,2	-	-	-
04/11	29,5	24,2	16,2	-	-	-
05/11	23,4	19,5	13,6	-	-	-
06/11	20,8	16,6	10,4	-	-	-
07/11	16,0	11,7	5,2	-	-	-

APÊNDICE 5. Laudo de Sanidade Vegetal de análise das inflorescências e ramos de pereiras europeias 'Abate Fetel'. São Francisco de Paula, RS. 2011.

---

Método de Análise

---

Preparo de lâminas; incubação em meio de cultura MKB e NA; comparação com ilustrações de bibliografia.

---

Resultado

---

O material indicou tratar-se de sarna, causado pelo fungo *Venturia pirina* Aderh. 1896. A presença de bactérias não foi detectada na amostra. Os sintomas mais característicos manifestam-se nas folhas e frutos. Entretanto, também podem ocorrer em ramos e flores. A disseminação é feita pelo vento. Condições de alta umidade, água livre sobre as folhas e temperatura entre 15,5 e 21,0°C podem favorecer a germinação dos esporos.

---

Informações Complementares

---

De acordo com o item 5.10.09 Emendas aos relatórios de ensaio e certificados de calibração, da norma NBR ISSO/IEC 17025 – Requisitos Gerais para Competência de Ensaio e Calibração, implementada no referido laboratório, o laudo anterior, no qual constava a incidência de *Venturia inaequalis* (Cke.) Wint. no material avaliado, foi invalidado e substituído pelo novo documento.

---

APÊNDICE 6. Resultado da análise de água utilizada para pulverizar os fitorreguladores no pomar de pereiras europeias 'Clapp's Favourite'. São Francisco de Paula, RS, 2009.

pH	Fe Total (mg L <sup>-1</sup> )	Al Total	Dureza (mg CaCO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup> )
5,2	< 0,04	< 0,08	3

APÊNDICE 7. Resultado da análise de solo do pomar de pereiras europeias 'Clapp's Favourite'. São Francisco de Paula, RS. 2011.

Argila (%)	pH H <sub>2</sub> O	Índice SMP	P (mg L <sup>-1</sup> )	K (mg L <sup>-1</sup> )	M.O. (%)		
48	5,5	5,7	6,0	84	4,2		
Al <sub>troc.</sub>	Ca <sub>troc.</sub>	Mg <sub>troc.</sub> (cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	Al + H	CTC	% da Sat da CTC		
0,0	7,1	4,4	6,2	17,9	Bases	Al	
					65	0,0	
Relações			S	Zn	Cu	B	Mn
Ca/Mg	Ca/K	Mg/K			(mg L <sup>-1</sup> )		
1,6	33	20	5,7	3,3	4,1	0,6	15

APÊNDICE 8. Resultados das análises foliares do pomar de pereiras europeias 'Clapp's Favourite'. São Francisco de Paula, RS. 2011 e 2012.

Ano	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Zn	Fe			Mn	B
									(mg kg <sup>-1</sup> )				
2011	1,8	0,15	1,4	1,1	0,45	0,14	35	37	65	205	24		
2012	1,4	0,13	1,1	1,3	0,43	0,12	7	34	71	139	17		