

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia



Tese

**Porta-enxertos para pereira (*Pyrus* sp.):**

**implicações sobre a dormência, biologia floral  
e conteúdo de carboidratos**

**Valtair Verissimo**

Pelotas, 2008

**Valtair Verissimo**

**Porta-enxertos para pereira (*Pyrus* sp.):  
implicações sobre a dormência, biologia floral  
e conteúdo de carboidratos**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciências.

Orientador: Dr. Flavio Gilberto Herter

Co-Orientador: Dr. Alexandre Couto Rodrigues

**Banca examinadora:**

Dr. Flavio Gilberto Herter - Presidente – Pesquisador bolsista CNPq

Dr. Gabriel Berenhauser Leite – EPAGRI-SC

Dr. Valmor João Bianchi – Dpto. Botânica – Instituto de Biologia - UFPel

Dr. Carlos Augusto Posser Silveira – Embrapa Clima Temperado / CPACT

Pelotas, 2008

## Dados de catalogação na fonte:

(Marlene Cravo Castillo – CRB-10/744)

V517p Verissimo, Valtair

Porta-enxertos para pereira (*Pyrus* sp.): implicações sobre a dormência, biologia floral e conteúdo de carboidratos / Valtair Verissimo.  
- Pelotas, 2008.

136f. : il.

Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia.  
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas.  
- Pelotas, 2008, Flavio Gilberto Herter, Orientador; co-orientador  
Alexandre Couto Rodrigues.

1. Pereira 2. Adaptação de plantas 3. Requerimento em frio 4.  
*Cydonia oblonga* 5. TMB 6. Abortamento floral I Herter, Flavio Gilberto  
(orientador) II. Rodrigues, Alexandre Couto (co-orientador) III. Título.

CDD 634.13

Em 1985, quando eu tinha 9 anos, ainda nos primeiros anos do primário, foi quando tomei minha primeira grande decisão. Pela percepção das condições que a vida se apresentava naquela época, percebi que poderia fazer algo para transformar aquela realidade. Decidi então que estudaria muito, não sabia o quanto, na época nem imaginava o que seria mestrado ou doutorado... mas sabia que seria até o final. Mais adiante, outra decisão. Como adorava esportes, imaginava que poderia ser bom em qualquer coisa e poderia ser um bom jogador de futebol. Em função do trabalho não dava para conciliar. O certo é que o mundo perdeu um 'craque', pois prevaleceu o sonho. Nos momentos mais difíceis procuro lembrar de uma frase que me motiva desde então: "*Nunca desista de seus sonhos, pois se eles se forem... você continuará vivendo...mas terá deixado de existir*". CHARLES CHAPLIN

*"O relato de guerra de pessoas que tomaram parte numa guerra são sempre interessantes, relatos sobre a lua de um poeta que lá não esteve tem toda a probabilidade de ser enfadonho"*. MARK TWAIN

*"A evolução de tudo que conhecemos é estritamente dependente da administração de riscos ou possibilidades... depois que algo acontece deixa de se-lo e torna-se realidade. Passa-se então para um novo estado... do qual não há mais volta... e sujeito os novos riscos e possibilidades"*. VALTAIR VERISSIMO

Ao amor de minha vida **Tatiane**, por tudo que passamos, pela compreensão, companheirismo e por nunca duvidar da minha capacidade.

A minha mãe, Maria, e aos meus pais Reinoldo e Antonio, a quem devo a vida e os valores mais dignos que um homem pode possuir, aos meus irmãos Adriana e Jair, e aos meus sobrinhos Bruna, Felipe e a pequena Vitória.

Aos afilhados, Andrew e Luiza, ao sobrinho Lorenzo, e todos os demais familiares, que de uma forma ou outra, me auxiliaram em mais um importante passo na vida e na formação profissional.

DEDICO.

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Pelotas pela oportunidade de realizar o curso de Pós-Graduação.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos.

À Embrapa Clima Temperado pelo suporte técnico, físico e financeiro, bem como pela oportunidade de vivenciar novas experiências profissionais em um ambiente agradável de trabalho.

Um agradecimento especial ao meu companheiro, amigo e orientador, Dr. Flavio Herter, por tudo que construímos juntos, por sua confiança e acima de tudo por acreditar em mim.

Aos pesquisadores Carlos Reisser Jr., João Batista da Silva, Marcos Wrege, Luiz Eduardo Antunes, Darci Camelatto, Ângela Diniz Campos, José Francisco Pereira, Silvio Staimetz, Gabriel Berenhauser Leite e Maria do Carmo Raseira, pelo apoio, amizade e contribuições durante o curso de pós-graduação e no desenvolvimento desse trabalho.

Aos colegas do laboratório de Agrometeorologia, de Fisiologia Vegetal, Microscopia, Tecnologia de Alimentos, e ao setor de transportes da Embrapa Clima Temperado. Agradecimento ao amigo Feta, da Embrapa Clima Temperado, e ao Dr. Takeshi Yuchi e funcionários Nereu e Zélia da Embrapa Uva e Vinho de Vacaria-RS.

Agradeço também a Empresa Frutirol, de Vacaria-RS, por disponibilizar o acesso aos pomares e demais subsídios para a realização deste estudo. Agradecimento especial ao colega e amigo Gianfranco Perazzolo.

Aos diversos amigos que fiz nessa caminhada, aos quais sou grato pelas contribuições e pelos momentos agradáveis que passamos juntos. São muitos, mas não posso deixar de citar Alexandre Couto Rodrigues, João Peterson Gardin, Carlos Augusto Posser, André Vasconcelos, Afonso, Denise, Fabiano Simões, Renato Trevisan, Tiago Camelatto, Rerington, Fabrício Torchelsen, Jeison Leonetti, Ivan dos Santos Pereira, Fernando José Hawerroth, Luis Henrique (Bagé), Nara Ristow, Patricia, Gabriela Mattos, Leonardo Hardtke, Anderson Marafon, Alana, Aline Cher da Silva e Ana Paula e a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

## ÍNDICE

	Página
SUMÁRIO .....	viii
SUMMARY .....	ix
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
1.1. REFERÊNCIAS.....	4
2. ORGANOGRAMA DOS TRABALHOS REALIZADOS.....	6
3 . REVISÃO DA LITERATURA.....	7
4. Artigo 1. <b>Dormência das cultivares de pereira ‘Packham’s Triumph’ e ‘Abate Fetel’, enxertadas nos marmeleiros ‘Adams’ e ‘EMC’</b> .....	33
Resumo.....	33
Abstract.....	33
Introdução.....	34
Material e Métodos .....	35
Resultados e Discussão.....	37
Conclusões.....	43
Referências.....	43
Tabelas e Figuras.....	45
5. Artigo 2. <b>Concentração de carboidratos nas cultivares de pereira Packham’s Triumph e Abate Fetel enxertadas sobre marmeleiros</b> .....	48
Resumo.....	48
Abstract.....	48
Introdução.....	49
Material e Métodos .....	50
Resultados e Discussão.....	53
Conclusões.....	58
Referências.....	59
Tabelas e Figuras.....	60
6. Artigo 3. <b>Necroses e alterações morfológicas em gemas florais das cultivares de pereira Packham’s Triumph e Abate Fetel, enxertadas em marmeleiros</b> .....	70

Resumo.....	70
Abstract.....	70
Introdução.....	71
Material e Métodos .....	72
Resultados e Discussão.....	74
Conclusões.....	82
Referências.....	83
Tabelas e Figuras.....	85
<b>7. Artigo 4. Requerimento de frio em porta-enxertos para a cultura da pereira (<i>Pyrus sp.</i>).....</b>	<b>92</b>
Resumo.....	92
Abstract.....	92
Introdução.....	93
Material e Métodos .....	94
Resultados e Discussão.....	95
Conclusões.....	98
Referências.....	98
Tabelas e Figuras.....	100
<b>8. Artigo 5. Efeito do porta-enxerto e do acúmulo de frio na brotação e incidência de abortamento floral em duas cultivares de pereira (<i>Pyrus sp.</i>).....</b>	<b>105</b>
Resumo.....	105
Abstract.....	105
Introdução.....	106
Material e Métodos .....	107
Resultados e Discussão.....	109
Conclusões.....	119
Referências.....	119
Tabelas e Figuras.....	123
<b>9. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>128</b>
<b>10. APÊNDICES.....</b>	<b>132</b>

## RESUMO

VERISSIMO, Valtair. **Porta-enxertos para pereira (*Pyrus* sp.): implicações sobre a dormência, biologia floral e conteúdo de carboidratos.** 2008. 136f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

O abortamento floral em pereira é o principal problema que limita o desenvolvimento da pereira no Brasil, caracterizado por um complexo de fatores fisiológicos, fitossanitários, genético e ambiental. O porta-enxerto, objeto central deste trabalho, pode ser um fator que tem contribuído para aumentar tal problema, pois a cultura da pereira se baseou, ao longo das últimas três décadas, no uso dos porta-enxertos *Pyrus calleryana* e *P. betulaefolia*. A partir de 2000 os produtores do RS e SC passaram a utilizar os marmeleiros, principalmente o ‘Adams’ e ‘EMC’, obtendo resultados satisfatórios. Em geral esses porta-enxertos são mais sensíveis ao estresse hídrico, por apresentarem sistema radicular pouco desenvolvido. Entretanto se desconhece a influência dos mesmos na fisiologia da dormência, na mobilização de carboidratos durante o inverno e na biologia floral. Para atingir tais objetivos foram conduzidos cinco experimentos entre 2005 e 2007, sendo parte deles conduzidos em pomar comercial, na empresa Frutirol, em Vacaria-RS, e em condições controladas, na Embrapa Clima Temperados, em Pelotas-RS. A tese possui seis capítulos, sendo o primeiro uma caracterização e revisão bibliográfica geral do assunto e os demais cinco artigos científicos. O primeiro artigo teve como objetivo avaliar a dinâmica da dormência, através do uso do método biológico, de duas cultivares de pereira a ‘Abate Fetel’ e a ‘Packham’s Triumph’ enxertadas em marmeleiros ‘EMC’ e ‘Adams’. O segundo visou determinar a concentração de carboidratos solúveis e amido. O terceiro teve por objetivo o estudo da biologia floral. O quarto artigo, conduzido em condições controladas, com plantas em vasos, tratou da determinação da exigência em frio dos porta-enxertos de marmeleiros ‘EMC’, ‘EMA’ e ‘Adams’, além dos porta-enxertos do gênero *Pyrus* (*Pyrus calleryana* e *P. betulaefolia*). O quinto artigo, também em condições controladas, visou determinar o efeito do frio em plantas conduzidas em vaso nas cvs. Kieffer e Packham’s Triumph, enxertadas em ‘Adams’, ‘EMC’, ‘EMA’ e ‘*Pyrus betulaefolia*’. Conclui-se que a mobilização de açúcares e amido e a biologia floral são influenciadas pelo tipo de porta-enxerto, mas não alterou a dinâmica da dormência. Nos experimentos conduzidos com plantas em vaso, foi possível identificar que os marmeleiros ‘Adams’, ‘EMA’ e ‘EMC’ possuem requerimento em frio maior do que *P. calleryana* e *P. betulaefolia*. O porta-enxerto utilizado altera a porcentagem de brotação da cultivar copa, devido a redução do requerimento em frio ou calor. Por fim, identificou-se que o maior acúmulo de frio aumentou a brotação e reduziu a incidência de abortamento de gemas florais, mas somente até suprir o requerimento das plantas; quando em excesso foi prejudicial.

**Palavras-chave:** pereira, adaptação de plantas, requerimento em frio, *Cydonia oblonga*, abortamento floral

## ABSTRACT

VERISSIMO, Valtair. **Rootstock for pear (*Pyrus* sp.): implication on dormancy, floral biology and carbohydrate content.** 2008. 136f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

Floral bud abortion has been the main limiting factor to the expansion of the pear crop in Brazil. That floral bud abortion has been considered as a complex problem that may be affected by physiological, sanitary, genetic and climatic factors. The rootstock that is the main subject of this study could also be an influencing factor in pear floral abortion, since until the year 2000, only the vigorous rootstocks *Pyrus calleryana* and *Pyrus betulaefolia* were used in Brazil. After that year, the pear growers of Santa Catarina and Rio Grande do Sul states started using dwarfing quince rootstocks such as “Adams” and “EMC” and the results has been satisfactory. In general these quince rootstocks are more sensitive to water stress during drought periods, since they develop a relatively small root system. However, the influence of these rootstocks on the physiology of dormancy, carbohydrate metabolism and floral biology are not known. With the objective of studying such unknown aspects, five experiments were carried out from 2005 to 2007 growth seasons. Part of these experiments was conducted under field conditions in a commercial orchard in Vacaria, RS, whereas other experiment activities were developed at “Embrapa Clima Temperado” research center in Pelotas, RS. All were composed of: a general literature review on the pear bud abortion subject, and plus five scientific articles, each one corresponding to one of the five above referred experiments. The first article contain the biological method to determine the dormancy level, on the pear cultivars Abbe Fetel and Packham’s Triumph grafted on the quince rootstock EMC or Adams. The second article brings the results on carbohydrate levels in tissues of pear trees. The third article brings the results on floral biology of the above referred two cultivars on the two above referred quince rootstocks. The fourth article reports the results on the chilling requirement of potted trees of the pear rootstocks quinces EMC, EMA and Adams and of the pear rootstocks *Pyrus calleryana* and *Pyrus betulaefolia*, all them grown under controlled conditions. The fifth article reports the effects of chilling on potted trees of the pear cultivars Kieffer and Packham’s Triumph grafted on the rootstocks quinces Adams, EMC or EMA, or on *Pyrus betulaefolia*, under controlled conditions. It were concluded that: the sugar transport and the floral biology were affected by rootstocks but not the dormancy development; the plants of the pear rootstocks quinces EMA, EMC and Adams have higher chilling requirements than the *Pyrus calleryana* and *Pyrus betulaefolia* rootstocks; the rootstock used changes the vegetative budbreak percentage of canopy cultivar; and that the higher chilling hours accumulated increased budbreak percentage and reduced floral bud abortion only until the chilling requirement is attained but floral bud abortion is increased after that condition.

**Keywords:** pear tree, plant adaptation, chilling requirement, *Cydonia oblonga*, floral bud abortion

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A pereira pertence a família Rosaceae, subfamília Pomoideae e gênero *Pyrus*. Os marmeleiros também pertencem a subfamília Pomoideae, porém, são do gênero *Cydonia*. As pereiras são originárias de pelo menos três centros de origem, sendo estes: China, região do Caucaso e Ásia Central (Jackson, 2003).

No Brasil, a produção de pêra é pequena, pouco menos de 20 mil toneladas (Anuário Brasileiro de Fruticultura, 2007). Em termos globais, o país é o segundo maior importador mundial, sendo a pêra a primeira da pauta de frutas importadas pelo Brasil, totalizando cerca de 90% da fruta fresca consumida (Anuário Brasileiro de Fruticultura, 2005). Em 2006 foram importados cerca de 124 mil toneladas, totalizando mais US\$ 78 milhões em valor (ALICEWEB/Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio Exterior). De acordo com o Instituto Brasileiro de Frutas/IBRAF (2007), as importações de pêras têm crescido de 8 a 10% ao ano.

Até pouco tempo no Brasil, o cultivo da pereira foi marcado pelo uso de cultivares de baixa qualidade e pelo reduzido uso de tecnologia (Ribeiro et al., 1991). O cultivo dessa fruta sempre encontrou dificuldades para se expandir, basicamente devido a baixa produtividade, indefinição de porta-enxerto, abortamento floral e problemas de adaptação às condições climáticas da região Sul do Brasil, especialmente pela falta de frio suficiente para superar a dormência e por oscilações bruscas de temperaturas durante o inverno.

Uma das maiores barreiras para a expansão da pereira é o abortamento de gemas florais, o qual tem sido objeto de estudo de diversas pesquisas (Nakasu et al., 1995; Herter et al. 1994; 2001; Marodin, 1998; Arruda, 1998; Gardin, 2002; Verissimo, 2002; Zecca, 2004). Esse distúrbio é encontrado em diversos países, sendo caracterizado pela necrose dos primórdios florais, os quais, dependendo da época, podem apresentar diferentes intensidades de necrose que, em alguns anos, dependendo da cultivar, pode comprometer até 100% da produção (Nakasu & Leite, 1992; Herter et al. 1995). Fatores tais como insuficiência de frio hibernal, flutuações de temperatura no inverno, problemas nutricionais (dinâmica de carboidratos e nutrientes minerais), patógenos (*Pseudomonas syringae*), alterações no desenvolvimento floral e presença de tumores, bem como estresse hídrico e problemas durante a fase vegetativa, têm sido referidos para explicar esse fenômeno. Até o momento, nenhuma hipótese foi comprovada quanto ao fator causal do distúrbio, nem de métodos efetivo de controle.

De acordo com estudos realizados anteriormente com pereira nas condições sul-brasileiras, foram levantados vários aspectos em relação à fisiologia das plantas com o abortamento de gemas florais. Gardin (2002) e Rodrigues et al. (2006) estudaram aspectos relacionados ao balanço de carboidratos e identificaram que nas regiões ou nas cultivares onde o problema é mais grave há um maior gasto, ou menor acúmulo, de reservas nutricionais que comprometem a retomada de

crescimento das gemas na primavera. Por outro lado, Verissimo (2002) encontrou diversas anomalias em termos de morfologia de gemas florais.

Outro entrave ao cultivo da pereira diz respeito à indefinição de porta-enxertos. No Brasil, por muitos anos se utilizou como porta-enxertos os marmeleiros (*Cydonia oblonga* Mill.), a espécie *Pyrus communis* (ex.: cv. Bartlett) e a cv. Kieffer. Porém, a partir de 1982 o uso dos marmeleiros foi cada vez menor devido a introdução de alguns porta-enxertos orientais pela Embrapa/CNPFT<sup>1</sup>, como o *Pyrus calleryana* e *Pyrus betulaefolia*. Essa tecnologia difundiu-se rapidamente, sendo uma prática comum na maioria dos pomares daquela época. A partir dos anos 90, o problema do abortamento de gemas florais tornou-se cada vez mais grave. Os porta-enxertos do gênero *Pyrus* (*P. calleryana*, *P. pyrifolia* e *P. ussuriensis*) resultam em plantas vigorosas, difíceis de serem manejadas, além de retardarem o início da produção. Porém, decorrido alguns anos, o uso de marmeleiros como porta-enxertos de pereiras passou novamente a ser reconhecido, possibilitando a redução do tamanho das plantas devido ao efeito ananizante (Loreti et al., 2002). Em alguns pomares mais tecnificados, em Vacaria-RS, onde se utilizam porta-enxertos de marmeleiros, o abortamento floral não tem sido um problema limitante e a produção é satisfatória, chegando a atingir até 50 t ha. Portanto, suspeita-se que o tipo de porta-enxerto utilizado possa estar relacionado à maior ou menor incidência do distúrbio.

Atualmente a cultura da pereira passa por um momento de euforia, com boas perspectivas de expansão. Possivelmente o melhor momento no Brasil. Notadamente a região de Vacaria-RS tem tomado a frente quanto à implantação de pomares comerciais com bom nível de tecnologia. Boa parte dessa mudança se deve à ousadia de alguns produtores, que acreditaram no potencial da pereira e tem conseguido relativo êxito. Com um conjunto de técnicas apropriadas, algumas iniciativas mostram que é viável a produção de pêra de alta qualidade no país, e tem-se obtido boa produtividade, porém, ainda abaixo dos rendimentos alcançados em outros países, onde a cultura tem boa adaptação. Tem-se utilizado porta-enxertos de marmeleiros, os quais possibilitam maior densidade de plantio e precocidade de produção, além do uso de irrigação por gotejamento, tratamentos fitossanitários, adubação, quebra de dormência e mudança no sistema de poda e condução. A adoção dessas técnicas tem possibilitado rendimentos aceitáveis, porém, carente de maior comprovação científica. Além disso, ainda é preciso melhorar o manejo da poda, a identificação de porta-enxertos mais adequados para cada cultivar, a melhoria da frutificação efetiva e a completa elucidação das causas do abortamento de gemas florais.

Pode-se dizer que, atualmente, a cultura da pereira no Brasil representa a maior demanda tecnológica dentre todas as frutas de clima temperado e representa uma alternativa consistente para

---

<sup>1</sup> Embrapa Clima Temperado, anteriormente Embrapa CNPFT (Centro Nacional de Pesquisa de Frutas Temperadas)

a diversificação da fruticultura de clima temperado no Sul do Brasil. Nesse sentido, é preciso a construção de uma base sólida de conhecimento para aproveitar o momento positivo e impulsionar o cultivo desta espécie. Nos últimos dez anos têm havido esforço conjunto de vários pesquisadores e Instituições para o desenvolvimento da cultura da pereira no país, principalmente dos pesquisadores da Embrapa Clima Temperado, Empresa de Pesquisa e Extensão Agropecuária de Santa Catarina (EPAGRI) e Universidades, além da contribuição de equipes de pesquisadores da *Japan International Cooperation Agency – JICA* (Japão) e do *Laboratoire de Physiologie de L'Arbre Fruitier - INRA* (França) e da significativa e decisiva participação do setor privado.

Outro foco abordado nesse estudo se refere ao requerimento em frio de copa e porta-enxerto. Tem sido relatado que o porta-enxerto pode causar alterações no requerimento de frio de macieiras, pessegueiros e pereiras (Westwood & Chestnut, 1964; Griggs & Iwakiri, 1969; Westwood, 1970; Young & Olcott-Reid, 1979; Couvillon et al., 1984). Tem sido relatado que porta-enxertos muitas vezes tem complexos e interativos efeitos no crescimento e comportamento da cultivar copa (Chaplin & Schneider, 1974; Layne & Ward, 1978), interferindo em vários aspectos como na precocidade de início de produção, vigor e tamanho da planta, absorção de nutrientes, produtividade e tolerância à seca (Faoro, 2001), e sobre o tamanho e qualidade das frutas produzidas (Wertheim, 1998; 2002). Até o momento não foi ainda comprovado se o porta-enxerto exerce influência no requerimento em frio da cultivar copa em frutíferas e na incidência de abortamento de gemas florais em pereiras.

Assim, acredita-se que nos próximos anos o cultivo da pereira possa ser alavancado, o que será importante para a cadeia de frutas do país. No entanto, para que isso seja possível, é preciso superar as barreiras ainda existentes, como o pouco conhecimento sobre a resposta de diferentes porta-enxertos e suas interações com a cultivar copa, o abortamento de gemas florais, o equilíbrio vegetativo/reprodutivo, o manejo adequado da poda e a melhoria na taxa de frutificação efetiva. Além disso, torna-se importante nas frutíferas de clima temperado, como a pereira, o maior conhecimento sobre a fisiologia das plantas quando cultivadas em condições de inverno ameno, como na maior parte do Sul do Brasil.

Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi acompanhar a fisiologia de algumas combinações copa/porta-enxertos de interesse comercial quando cultivados em condições naturais, em sistema de cultivo tecnificado, abordando a determinação da dinâmica da dormência, mobilização de carboidratos e o estudo da biologia floral (anomalias e necroses). Para isso, foram executados seis experimentos em condições de campo, em Vacaria-RS, sendo três no ano de 2005 e outro três em 2006. Em outro foco do estudo, procurou-se identificar o requerimento em frio de porta-enxertos, verificando também a influência destes no requerimento em frio de cultivares copa de pereira, bem

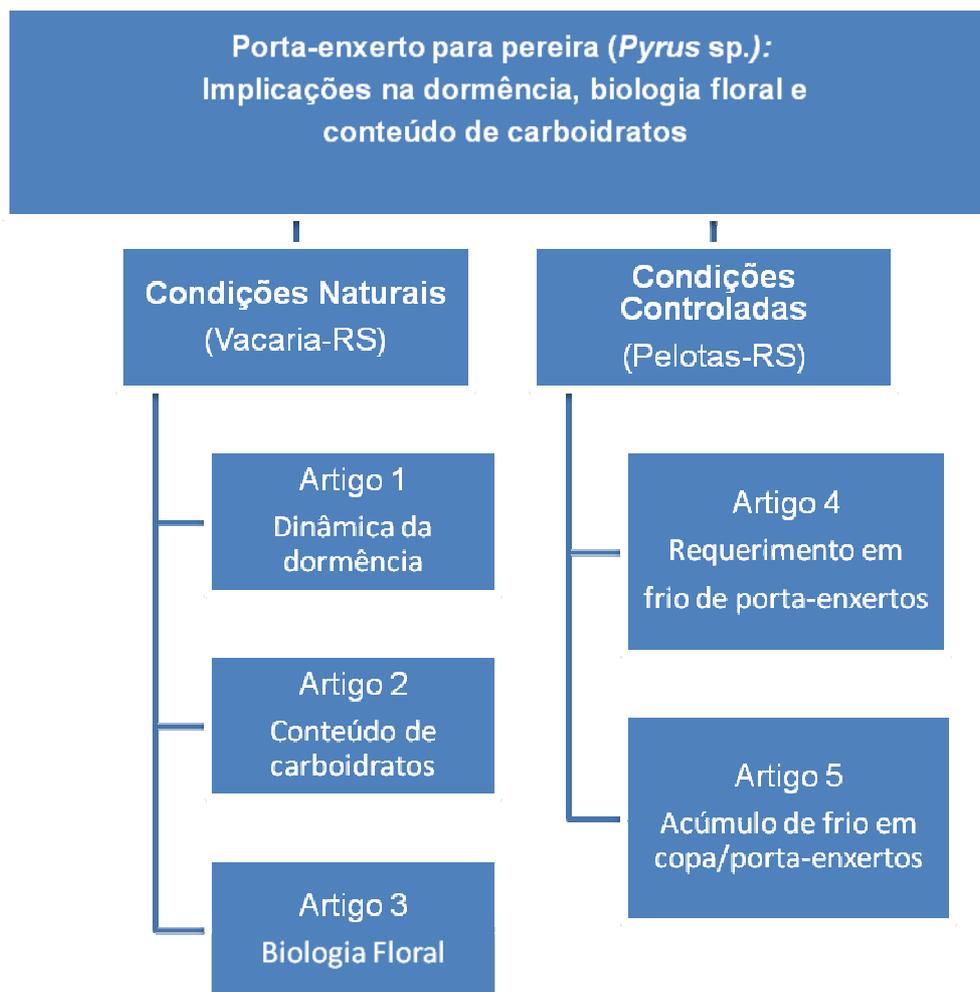
como o efeito do frio na incidência do abortamento de gemas florais. Nesse caso, outros três experimentos foram montados em condições controladas, com plantas em vasos.

## 1.1. REFERÊNCIAS

- ALICEWEB/Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio Exterior.  
<http://aliceweb.desenvolvimento.gov.br/> consulta pelos itens 0808.20.10 e 0813.40.10 (pêras frescas) em 06/01/2008.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, Editora Gazeta Santa Cruz Ltda, Santa Cruz do Sul, 136p. 2007.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, Editora Gazeta Santa Cruz Ltda, Santa Cruz do Sul, 139p. 2005.
- ARRUDA, J.J.P. **Efeito de desfolhamento precoce, deficiência hídrica, cultivar e local, no abortamento das gemas florais da pereira (*Pyrus spp*)**, 1998. 43f. Dissertação (Mestrado) FAEM – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1998.
- CHAPLIN, C.E.; SCHNEIDER, G.W. Peach rootstock/scion hardiness effect. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 99:231-234, 1974.
- COUVILLON, G.A.; FINARDI, N.; MAGNANI, M.; FREIRE, C. Rootstock influences the chilling requirement of ‘Rome Beauty’ apple in Brazil. **HortScience** 19:255-256, 1984.
- FAORO, I.D. Cultivares e porta-enxertos. In: **Nashi, a pêra japonesa**. Epagri -Jica. Florianópolis-SC. Brasil., p.95-138. 2001.
- GARDIN, J.P.P. **Abortamento de gemas florais e níveis de carboidratos em gemas e ramos de pereira, cultivar Nijisseiki, no outono e inverno**. 2002. 40p. Dissertação (Mestrado) IB-Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2002.
- GRIGGS, W.H.; IWAKIRI, B.T. Effect on rootstock on bloom periods of pear trees. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 94:109-111, 1969.
- HERTER, F.G.; RASEIRA, M. do C.B.; NAKASU, B.H. Época de abortamento de gemas florais em pereira e sua relação com temperatura ambiente, em Pelotas - RS. **Rev. Bras. Frutic.**, Cruz das Almas, v.16, n.1, p. 108-114, 1994.
- HERTER, F.G.; VERÍSSIMO, V.; CAMELATTO, D.; GARDIN, J.P.; TREVISAN, R. Abortamento de gemas florais de pereira no Brasil. **Seminário sobre fruticultura de clima temperado**, 1, p.106-114, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: Epagri, 2001.
- HERTER, F.G.; CAMELATTO, D.; NAKASU, B.H.; FINARDI, N.L. Incidência de abortamento floral em cultivares de pereira, no Rio Grande do Sul. In: REUNIÃO TÉCNICA DE FRUTICULTURA 4, **Anais...** Porto Alegre: FEPAGRO, 1995, p. 95-97.
- IBRAF (Instituto Brasileiro de Frutas) **Câmbio estimula importação de pêra** – Site: [http://www.ibraf.org.br/news/news\\_item.asp?NewsID=862](http://www.ibraf.org.br/news/news_item.asp?NewsID=862) - *terça-feira, 6 de novembro de 2007*.
- JACKSON, J.E. **Biology of Apple and Pears**. Cambridge University Press: New York, 2003. 487p.

- LAYNE, R.E.C.; WARD, G.M. Rootstock and seasonal influence on carbohydrate levels and cold hardiness of 'Redhaven' peach. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 103:408-413, 1978.
- LORETI, F.; MASSAI, C.; FEI, C.; CINELLI, F. Performance of 'Conference' cultivar on several quince and pear rootstock: Preliminary results. **Acta Horticulturae** 596, p.311-317, 2002.
- MARODIN, G.A.B. **Época e intensidade de abortamento de gemas florais em pereira (*Pyrus communis* L.) cv. Packham's Triumph em ambiente com distintas condições climáticas**, 1998. 191f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998.
- NAKASU, B.H.; HERTER, F.G.; LEITE, D.L.; RASEIRA, M. do C.B. Pear flower bud abortion in southern Brazil. **Acta Horticulturae**, Wellington, n.395, p.185-192, 1995.
- NAKASU, B.H.; LEITE, D.L. Pirus 9 - Seleção de pereira para o Sul do Brasil. **HortiSul**, Pelotas, v.2 (3): 19-20, 1992.
- RIBEIRO, P.A.; BRIGHENTI, E.; BERNARDI, J. Comportamento de algumas cultivares de pereira *Pyrus communis* L. E suas características nas condições do Planalto Catarinense. Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária S.A. **Boletim Técnico**, n.56, 53p., 1991.
- RODRIGUES, A.C.; HERTER, F.G.; VERISSIMO, V.; CAMPOS, A.D.; LEITE, G.B.; SILVA, J.B. Balanço de carboidratos em gemas florais de dois genótipos de pereira sob condições de inverno ameno. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal-SP, v.28, n.1, p.1-4, abril 2006.
- VERISSIMO, V. **Caracterização de parâmetros físicos, químicos e morfológicos de gemas florais de pereira no Sul do Brasil, e sua relação com o abortamento**. 2002. 58f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2002.
- ZECCA, A.G.D. **Abortamento floral de pereira em algumas localidades do Brasil, Uruguai e Argentina: fatores climáticos e anormalidades nas gemas**. Pelotas, 2004. – 126 f. Tese (Doutorado). Fruticultura de Clima Temperado. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2004.
- WERTHEIM, S.J. Rootstock for European Pear: a review. **Acta Horticulturae** 596, p.299-309, 2002.
- WERTHEIM, S.J. **Rootstock guide**. Publication n.25, Fruit Research Station, Wilhelminadorp, The Netherlands. 1998.
- WESTWOOD, M.N.; CHESTNUT, N.E. Rest period chilling requirements of Bartlett pear as related to *Pyrus calleryana* and *P. communis* rootstocks. **Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.** 84, p.82-87, 1964.
- WESTWOOD, M.N. Rootstock – scion relationship in hardiness of deciduous fruit trees. **HortScience**, 5 (5), p. 418-421, 1970.
- YOUNG, E.; OLCOTT-REID, B. Siberian C rootstock delays bloom of peach. **J. Amer. Hort. Sci.** 104: 178-181, 1979

## 2. ORGANOGRAMA DOS TRABALHOS REALIZADOS



### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Cultivares copa

Na América do Sul, as cultivares de pereira tradicionalmente plantadas são a Bartlett (ou William's), Packham's Triumph e Beurre d'Anjou. Nos últimos anos, cultivares não tradicionais no Brasil, como Abate Fetel e Conference, tem despertado interesse por parte dos produtores devido a possibilidade de exportação, especialmente para o mercado europeu (Rodríguez & Castro, 1998). Outras cultivares como a Rocha, Santa Maria e Clapps Favorita também tem despertado interesse. A cv. Packham's Triumph já é tradicionalmente cultivada e continua sendo importante.

Dessas cultivares, o presente estudo limitou-se a conhecer um pouco mais da fisiologia de duas das mais promissoras cultivares para o cultivo no Sul do Brasil: a cv. Packham's Triumph e Abate Fetel.

A cultivar Packham's Triumph é do tipo européia, vigorosa e semi-expansiva. Foi selecionada em New South Wales, Austrália, do cruzamento feito em 1896 entre 'Uvedale's S' Germain' e 'Williams Bon Chrétien' (Jackson, 2003). No Brasil, a floração geralmente ocorre entre a segunda quinzena de setembro e a primeira quinzena de outubro. Suas frutas têm polpa creme, muito firme, suculenta, doce, de aroma moderado e boa qualidade para consumo e alta capacidade de armazenamento. É suscetível à entomosporiose (*Entomosporium mespeli*) e à sarna (*Venturia* sp.) [Nakasu & Faoro, 2003]. Tem menor requerimento em frio comparado a outras cultivares européias, sendo, portanto, importante em áreas marginais, onde não ocorre frio suficiente para frutíferas de clima temperado, como na África do Sul (Jackson, 2003). Esta cultivar tem exigência de 800-900 horas de frio  $\leq 7,2$  °C. Na Argentina, é uma das principais cultivares produzidas e exportadas. Segundo Perazzolo (2006), esta cultivar quando combinada com porta-enxerto vigoroso apresenta inconsistência na produção, o que não acontece quando enxertada nos marmeleiros EMC ou Adams. Também é a cultivar que vem apresentando as maiores produtividades nos últimos anos em Vacaria-RS.

Já a cultivar Abate Fetel (ou Abbé Fétel) é a mais plantada e mais apreciada na Itália, onde tem um grande consumo e produtividade em torno de 40 ton.ha<sup>-1</sup> nos pomares com alta densidade (Musacchi, 2007). Suas frutas possuem polpa branca, relativamente fina (amanteigada), consistente, suculenta e agradável ao consumo. É uma variedade apta para cultivo em alta densidade e suas frutas podem ser frigoconservadas por até sete meses. Essa cultivar tem mostrado boa adaptação na Região de Vacaria-RS, com produção de frutas já no segundo ano de transplante da muda do viveiro para o campo (Perazzolo, 2006). No Brasil, a floração ocorre em geral do final de agosto até a primeira quinzena de setembro. O requerimento em frio desta cultivar é superior a 700 horas de

frio  $\leq 7,2$  °C. De acordo com Loreti & Gil (1994), a Abate Fetel não tem apresentado problema de incompatibilidade quando enxertadas em marmeleiros.

### 3.2 Porta-Enxertos

Em função do atual valor econômico da pêra, em consequência da perspectiva positiva do mercado internacional, tem-se retomado o debate sobre antigos problemas agrônômicos. A lenta entrada em produção, a falta de boa afinidade quando enxertada em marmeleiro e problemas fitossanitários são os maiores obstáculos que bloqueiam o pleno desenvolvimento desta pomácea (Rivalta et al., 1989). Entre os fatores elementares que determinam a produtividade da pereira cita-se a influência genética (cultivar copa e porta-enxerto), os fatores ambientais (clima e solo) e as práticas de manejo adotadas (Webster, 2002).

As frutíferas perenes demandam consideráveis custos de implantação, custos que somente serão amenizados com o início da produção. Em termos gerais, fruticultores em todo mundo tem por objetivo aumentar a taxa de retorno dos investimentos a partir de novos plantios. Para tanto, tem sido priorizado o cultivo em maior densidade, precocidade e controle do crescimento das plantas através da escolha adequada do porta-enxerto. Em macieira, por exemplo, o controle do crescimento através do uso de porta-enxerto de menor vigor possibilitou o aumento da densidade de 222 para mais de 4 mil plantas por ha<sup>-1</sup> (Ferree & Carlson, 1987). Portanto, a escolha correta do porta-enxerto tem consequências agrônômicas e econômicas importantes. Musacchi (2007) relata que nos países do Sul da Europa, principalmente na Itália, o uso de porta-enxertos ananizantes, como o EMC, permitiu o alcance de densidades superiores a 5.000 plantas por ha<sup>-1</sup>, chegando até 13.000 plantas.

De acordo com Childers (1975), o cultivo de plantas frutíferas de menor porte trás várias vantagens, como por exemplo: a redução nos custos de poda, o uso de equipamentos menores e mais baratos, tendência de produção de mais frutas de alta qualidade por área na primeira década, além de redução nos custos de colheita.

Nos países maiores produtores de pêra, tem se utilizado principalmente os porta-enxertos de marmeleiros (*Cydonia oblonga*) ou *Pyrus communis* e eventualmente *Pyrus calleryana* ou *Pyrus betulaefolia* (Strydom, 1998). Na Itália, os marmeleiros representam cerca de 90% dos porta-enxertos utilizados (Musacchi, 2007).

No Brasil, entre os principais problemas para a expansão da pereira está a indefinição de porta-enxerto e o longo período para que as plantas iniciem a produção comercial. Nakasu & Faoro (2003) estimaram que, no Sul do Brasil, o início da produção de pereiras européias é de cinco a seis anos, enquanto que nas asiáticas, de três a quatro anos.

Os principais porta-enxertos clonais para *Pyrus communis* são seleções de marmeleiros. Os marmeleiros têm sido utilizados como porta-enxertos por séculos, sendo que diferentes clones induzem diferentes níveis de nanismo nas plantas (Jackson, 2003). De acordo com Carrera & Ortiz (1984), diferentes porta-enxertos de marmeleiro tem consistente efeito no tamanho da cultivar copa, sendo que o efeito na produção por área de planta varia de acordo com a cultivar copa. Por exemplo, a cultivar ‘Doyenne du Comice’ é mais produtiva e mais precoce em EMC, que é um porta-enxerto de menor vigor. Já a cv. ‘Passa Crassane’, uma variedade menos vigorosa, é mais produtiva em porta-enxerto mais vigoroso como o BA-29. No Brasil, Pio et al. (2007) em recente estudo com pereiras enxertadas em marmeleiros, cultivada em região subtropical, mostrou que determinadas cultivares adaptadas a esse tipo de clima podem ter maior afinidade a determinado porta-enxerto, repercutindo na maior produção e produtividade.

O uso dos marmeleiros como porta-enxerto apresenta vantagens e desvantagens. A principal vantagem é a redução do vigor e, conseqüentemente, do porte das plantas, o que facilita a realização das práticas de manejo, repercutindo também no aproveitamento da luz solar e no equilíbrio e distribuição de nutrientes. De acordo com Loreti et al. (2002), os marmeleiros possibilitam a redução do tamanho das plantas devido ao efeito ananizante, sendo que a taxa de crescimento de plantas enxertadas em EMA, Adams e especialmente o EMC são nitidamente menores do que em outros porta-enxertos do gênero *Pyrus*. Assim, devido principalmente a essas características, os marmeleiros são recomendados para uso em pomares com alta densidade de plantio (Marangoni & Malaguti, 2002; Webster, 2002; Salaya, 1999; Janick, 1966). As cultivares copa mais vigorosas necessitam mais de porta-enxertos ananizantes do que as demais cultivares (Wertheim, 2002).

Outras características importantes são o aumento da precocidade de produção, a elevada produtividade e eficiência produtiva. De acordo com Webster (2002), os marmeleiros Quince C (EMC), Adams, Quince A (EMA) e Sydo induzem maior precocidade no florescimento comparado ao *Pyrus communis* ou outras espécies de *Pyrus*. De acordo com Janick (1966) e Wertheim (2002), embora o rendimento individual das plantas que sofreram o nanismo seja menor do que das variedades ‘padrões’, suas dimensões reduzidas permitem maior densidade de plantio, que, aliado a tendência de frutificação precoce, muitas vezes resulta em rendimento maior por área.

O uso de marmeleiros EMA, EMC, BA-29 e Adams também aumentam a densidade floral (Salaya, 1999). De modo geral, o vigor é antagônico à formação de gemas florais. Além disso, os marmeleiros são de fácil propagação, apresentam um sistema radicular superficial e com menor expansão em relação à *Pyrus calleryana* e preferem solos férteis, mas não toleram solos com baixa capacidade de armazenamento de água (Marangoni & Malaguti, 2002). Segundo Leite (1992), os marmeleiros são tolerantes a solos argilosos, ácidos e a solos úmidos. Os solos úmidos são

condições predominantes no planalto e meio oeste de Santa Catarina, e na Zona Sul do Rio Grande do Sul. O marmeleiro resiste melhor a solos pesados ou pouco aerados, que a maioria das outras frutíferas, em geral, apresenta alta resistência ao declínio, a galha da coroa (*Agrobacterium tumefaciens*) e a podridão do colo. É também resistente ao pulgão lanígero e aos danos causados por nematóides.

Por outro lado, as desvantagens residem no fato de serem intolerantes a solos calcáreos e são incompatíveis com algumas cultivares como a William's (Bartlett), porém, podem ser utilizados com inter-enxerto de 'Beurré Hardy' ou 'Old Home' (Jackson, 2003). A incompatibilidade é a incapacidade de uma determinada combinação formar uma perfeita união entre a cultivar copa e o porta-enxerto. Devido a incompatibilidade, pode haver a quebra da planta no pomar (Lemoine et al., 1997). As maiorias dos seedlings de *Pyrus* proporcionam boa compatibilidade e ancoragem, enquanto que os porta-enxertos de marmeleiros geralmente necessitam de suportes. De modo geral, o sistema radicular dos marmeleiros é superficial.

O mecanismo pelo qual o porta-enxerto controla o crescimento da copa ainda não está elucidado. Algumas tentativas de explicar essa influência via região de enxertia na translocação de nutrientes minerais e assimilados (Jones, 1974) ou em termos de anatomia de ramos e raízes (Lockard & Schneider, 1981) não foram bem sucedidas. Mais recentemente, evidências sugerem que, ao menos em parte, há uma forte influência do metabolismo e transporte de hormônios vegetais. Conforme observado por Kamboj et al. (1997) o local primário da síntese de citocininas é o sistema radicular, no qual o metabolismo (e a síntese de citocininas) é estimulado pelo transporte de auxinas da parte aérea para as raízes. Kamboj & Quinlan (1997) e Kamboj et al. (1997), trabalhando com macieiras enxertadas em porta-enxertos com diferença de vigor, verificaram que, em porta-enxertos mais vigorosos, a auxina se move facilmente dos ramos e folhas da copa para as raízes novas, enquanto que as citocininas são facilmente translocadas das raízes para os ramos, ao contrário do que acontece em porta-enxertos ananizantes. O nível de ABA na casca dos ramos também foi influenciado pelo porta-enxerto. Neste caso, o nível de ABA foi maior na casca de porta-enxertos ananizantes. Isso é consistente com o efeito do ABA no transporte de auxina, em que o maior nível de ABA resulta na redução no transporte de auxina.

O uso de porta-enxertos ananizantes como uma ferramenta para o controle do vigor da copa é primariamente dependente da redução do vigor do sistema radicular. Além disso, o porta-enxerto, e a união com a copa, afeta o suprimento de auxinas, carboidratos e outros metabólitos. O principal efeito do tamanho do sistema radicular no crescimento dos ramos é provavelmente via oferta de citocininas, mas também pode envolver o suprimento de água e nutrientes. A união do enxerto por si só também pode restringir o movimento ascendente de água e nutrientes (Jackson, 2003).

De acordo com Bergamini et al. (1988), pode haver grande influência no comportamento da planta em função da interação copa/porta-enxerto, principalmente pelo efeito do sistema radicular quanto à extração de água do solo e do ritmo transpiratório específico. Segundo Massai et al. (1996), o porta-enxerto utilizado tem grande influência no consumo hídrico da cultivar copa.

Conforme verificado por Olien & Lakso (1984), os porta-enxertos diferem na sua resistência ao fluxo de água, sendo que a resistência é maior em porta-enxertos de menor vigor. Em estudo com macieiras, enxertadas em cinco diferentes porta-enxertos, os autores atribuíram parte dessa diferença ao menor sistema radicular dos porta-enxertos ananizantes e da menor relação dossel/raiz das combinações. Atkinson et al. (2001), verificaram que a resistência ao fluxo de seiva da casca do porta-enxerto, e da região da enxertia, é proporcional ao vigor, ou seja, os mais ananizantes apresentaram maior resistência.

O porta-enxerto utilizado também influi na sensibilidade à deficiência hídrica. Em macieira, o porta-enxerto MM.111 é relativamente tolerante a seca, enquanto o M.9, M.26 e MM.106 são considerados intolerantes (Jackson, 2003). Essa característica torna-se determinante em certas regiões onde não há uma distribuição regular da precipitação e quando não se dispõem de sistema de irrigação.

Atualmente, na região de Vacaria-RS, praticamente todos os pomares novos tem sido implantados com porta-enxertos de marmeleiro. No entanto, ainda é cedo para prever as consequências dessa mudança nas nossas condições edafoclimáticas, principalmente em termos de alterações na fisiologia da cultivar copa e efeitos sobre a frutificação. Até então, poucos estudos tem sido realizados em termos de porta-enxertos para pereira no Brasil. De acordo com Perazollo (2006), os marmeleiros que vêm se mostrando mais adaptados e com melhores resultados na pereira são: EMA, BA-29, Cydo, Adams, EMC, em ordem decrescente de vigor. Algumas variedades possuem incompatibilidade muito grande, como por exemplo, a cv. William's (Bartlett) sobre EMC.

No desenvolvimento deste trabalho utilizou-se nos experimentos os seguintes porta-enxertos: Adams, EMC, EMA, *Pyrus calleryana* e *Pyrus betulaefolia*. O porta-enxerto *Pyrus calleryana* é semelhante ao *P. calleryana D-6*, porém, apresenta espinhos. É um porta-enxerto que exige cerca 400 horas de frio, apresenta boa compatibilidade com as cultivares copa e produz plantas com menor vigor que *P. betulaefolia*. Tem crescimento moderado em solos arenosos, apresenta alta resistência a entomosporiose, ao pulgão lanígero e a nematóides; alta resistência ao declínio, ao míldio, a galha da coroa e a podridão do colo.

O marmeleiro EMA (Quince A), é uma seleção clonal de marmeleiro da Estação East Malling, na Inglaterra. Tem característica semi-ananizante e também induz alta produtividade em relação ao porte de planta, porém não induz tanta precocidade de produção comparado ao EMC

(Jackson, 2003; Wertheim, 2002). Apresenta fácil multiplicação por estacas lenhosas e mergulhia de cepa, possui estrutura radicular fasciculado e superficial, proporciona uma boa e constante eficiência produtiva. Tem alta suscetibilidade à entomosporiose.

O marmeleiro EMC (Quince C), selecionado pela Estação East Malling, apresenta alta contenção do vigor, precocidade de início de produção e boa capacidade de enraizamento por estaquia, sendo recomendado para cultivo de pereira em alta densidade (Bellini, 1993; Jackson, 2003). Na Espanha, em experimento com três cultivares copa (Doyenné du Comice, Beurré Hardy e Passa Crassane), o EMC foi o que conferiu o menor vigor às copas citadas; o BA-29, o mais vigoroso e o EMA intermediário (Carrera & Ortiz, 1984). Tem maior poder de restrição de vigor comparado ao EMA (Wertheim, 2002). Também tem alta suscetibilidade à entomosporiose.

Já o porta-enxerto Adams é originário da Bélgica. Em relação à indução de vigor de copa é intermediário entre o EMA e EMC, e induz a produção precoce (Jackson, 2003; Musacchi, 2007). Wertheim (2002) cita que os marmeleiros EMC e Adams têm maior eficiência produtiva do que o EMA. Em experimento com competição de porta-enxertos, Carrera et al. (2005) verificaram que o porta-enxerto Adams foi o que proporcionou a melhor eficiência produtiva para as cvs. Conference e Doyenné Du Comice.

### **3.3 Dormência e metabolismo de carboidratos**

A dormência em frutíferas caducifólias, como macieira e pereira, geralmente é adaptada às condições de seus centros de origem e também de acordo com as condições das áreas em que as variedades cultivadas têm sido selecionadas. Por consequência, muitas das cultivares selecionadas para condições de invernos rigorosos não brotam adequadamente em regiões de inverno ameno, ao passo que quando ocorre o contrário, as cultivares sofrem danos por excesso de frio. Assim, com o aumento da área de plantio de maçã e pêra em regiões marginais, através de cultivares adaptadas e tecnologias de superação da dormência, tem aumentado a importância do entendimento da natureza e dos mecanismos de dormência (Jackson, 2003).

As fruteiras de clima temperado caracterizam-se pela queda das folhas no final do ciclo (outono) e, após, a consequente entrada em dormência. A dormência é um mecanismo de proteção e sobrevivência das plantas a períodos de secas ou baixas temperaturas. A definição mais empregada é a de Lang (1987), o qual define a dormência como a suspensão temporária de crescimento visível de algumas estruturas das plantas contendo um meristema. Este período vai desde a paralisação do crescimento, no fim do verão, até o início da brotação, na primavera seguinte. Para Schoot (1996), em termos de processos fisiológicos, a dormência é difícil de ser definida por ser um fenômeno complexo, dinâmico e multifacetado.

O período de dormência é visto como uma fase estacionária no desenvolvimento dos pontos de crescimento, caracterizando-se pela falta de crescimento visível (Romberger, 1963; Samish, 1954). Em termos fisiológicos, a dormência tem sido definida como um estado em que os processos metabólicos são lentos (Usher, 1965). No entanto, mesmo durante o inverno há um lento e contínuo crescimento das gemas (Chandler & Tufts, 1934; Bell, 1940; citado por Samish, 1954; Lavee, 1973). Esta condição de inatividade fisiológica permite a sobrevivência em condições de baixas temperaturas, mantendo uma atividade metabólica reduzida (Petri et al., 1996), mantendo inclusive o crescimento de primórdios durante o inverno (Bubán & Faust, 1995).

Uma classificação adotada para as diferentes fases da dormência é aquela proposta por Lang (1997), que divide em paradormência, endodormência e ecodormência, sendo a primeira a dormência afetada por outros órgãos da planta (porém fora da gema), a segunda aquela internamente à estrutura afetada e por fim, aquela controlada por fatores externos à planta.

Durante a ecodormência, a remoção das restrições ao crescimento é suficiente para retomada da atividade morfogenética. Durante a paradormência, é necessário que ocorram alterações na hierarquia dos meristemas. Já durante a endodormência, se faz necessário, por certo período de tempo, o progresso das condições ambientais da estação, ou seja, é preciso que ocorra certo acúmulo de frio (Schoot, 1996). Champagnat (1983) define a dormência de uma gema como a última etapa de uma cascata de inibições correlativas, na qual a fonte da inibição está cada vez mais próxima da gema.

Em plantas perenes de zonas temperadas, as baixas temperaturas e o encurtamento do fotoperíodo são os dois sinais ambientais que fazem a transição da paradormência para a endodormência em gemas, e simultaneamente iniciam a aclimação ao frio (Arora et al., 2003). No entanto, as temperaturas amenas no final do verão e outono constituem-se no principal fator no controle da entrada em dormência (Champagnat, 1983). Para Chouard (1951), além das temperaturas amenas do final do verão, também há ação de inibições foliares ou redução do fotoperíodo. No entanto, recentemente foi identificado por Heide & Prestrud (2005) que, no caso de macieira e pereira, não há efeito da redução do fotoperíodo na parada de crescimento e indução da dormência, ou seja, são insensíveis ao fotoperíodo. Além disso, foi identificado que as temperaturas abaixo de 12 °C consistentemente induzem ambos processos e, como um paradoxo, também são requeridas para a superação da dormência.

Para Crabbé (1994), as baixas temperaturas, dependendo do estado fisiológico das gemas, podem induzir ou liberar da dormência. Segundo Champagnat (1989), as plantas de clima temperado necessitam de frio durante o inverno, para que possam satisfazer a dormência das gemas

e retomar o crescimento na primavera. Durante o acúmulo de frio, eventos fisiológicos e bioquímicos estão envolvidos na superação da endodormência (Crabbé & Barnola, 1996).

O controle da dormência é multifacetado, em que vários mecanismos metabólicos e fisiológicos têm sido relacionados à saída da dormência, como mudanças no balanço hormonal, onde o frio removeria os inibidores e estimularia os promotores de crescimento (Lavee, 1973; Wood, 1983; Tamura et al., 1993), ácidos nucléicos e a relação ATP/NTP (Bonhomme et al., 2000), a atividade de água nas gemas (Faust et al., 1991; 1995; 1997; Bubán & Faust, 1995), alterações a nível de permeabilidade de membranas lipídicas (Gemma, 1995; Wang & Faust, 1990), o envolvimento do acúmulo de radicais livres e a participação da enzima glutathione (Wang et al., 1991; Bartolini et al., 2004). Pesquisas a nível molecular, relacionadas à liberação da dormência em gemas, têm sido focadas em marcadores bioquímicos, como a mudança em polipeptídios, associados com mudanças na intensidade de endodormência durante a acumulação de frio (Lang, 1994). Em relação ao processo de transporte de água, recentemente tem sido sugerido maiores estudos sobre as aquaporinas, que são uma classe nova de proteínas integrais de membranas, as quais formam canais seletivos à água por intermédio da membrana, facilitando o movimento de água nas células vegetais (Arora et al., 2003; Taiz & Zieger, 2004).

Caracterizações bioquímicas da dormência em gemas têm sido propostas baseadas no conceito de que o último controle do crescimento é o 'controle trófico', que é exercido através da capacidade das células em alocar nutrientes para o crescimento e o suprimento de nutrientes nas células, quando elas estão competindo com órgãos adjacentes (Bonhomme, 1999). Uma das bases desse controle do crescimento é a disponibilidade de açúcares para os primórdios, que depende do balanço entre consumo e importação e, mais tarde, depende do sistema de força-dreno entre o primórdio e os tecidos adjacentes (Leite et al., 2004).

Na primavera, o crescimento e a frutificação em macieiras e pereiras dependem, em seu estágio inicial, da mobilização das reservas acumuladas nas estações anteriores, sendo que muito dessas reservas são estocadas nas raízes. Na saída da dormência o frio possibilita a conversão de amido em açúcares solúveis, os quais serão a fonte de energia para o crescimento. O crescimento dos ramos após a brotação também depende dessas reservas, além de nitrogênio e outros elementos minerais (Jackson, 2003).

O amido é o mais importante carboidrato de reserva nas plantas. No inverno, essas reservas são parcialmente convertidas em açúcares solúveis dentro das partes aéreas e das raízes finas. Nas plantas frutíferas de clima temperado as reservas são essencialmente utilizadas na primavera (Lacointe et al., 1993). Os açúcares solúveis, como a frutose, glicose, sacarose e sorbitol, têm importância na regulação osmótica e transporte, sendo que a dinâmica da água nos tecidos vegetais

está muito relacionada com a dinâmica desses carboidratos (Buckhout & Tubbe, 1996; Raven et al., 2001). Assim, quando não ocorre frio suficiente, há uma inadequada superação da dormência, repercutindo também na mobilização de carboidratos, fazendo com que as plantas apresentem sintomas associados à falta de frio, como o atraso na brotação, brotação desuniforme, reduzido pegamento de frutos e menor qualidade das frutas.

De modo geral, a maior parte do conhecimento gerado em termos de dormência e de metabolismo de carboidratos, em plantas perenes, tem sido feito em regiões temperadas. Assim, relativamente pouco conhecimento tem sido produzido em relação ao comportamento de plantas frutíferas conduzidas em regiões de clima ameno ou subtropical, onde não há acúmulo de frio suficiente para a adequada superação da dormência.

O ‘teste biológico’ ou teste de “estacas de nós isolados” é um método que quantifica a profundidade de dormência e tem sido utilizado em várias frutíferas como macieira (Herter et al., 1992; Putti et al., 2003; Carvalho & Zanette, 2001; 2004), videira (Nishimoto & Fujisaki, 1995), pessegueiro (Nishimoto & Fujisaki, 1995; Bonhomme et al., 1999; Oliveira-Filho & Carvalho, 2003), mirtilo (Verissimo et al., 2007), pereira (Nishimoto & Fujisaki, 1995; Bianchi et al., 2000; Herter et al., 2001) e caqui (Carvalho & Alves, 2007). Este teste é baseado no princípio da inibição correlativa ou paradormência, ou seja, onde um órgão tem ação sobre outro e, quando se utiliza estacas com gemas isoladas, este efeito é eliminado e a gema poderá desenvolver seu potencial de crescimento (Champagnat, 1983). Contudo ainda resta a inibição a curta distância, da estaca no sentido eixo-gema, por escamas e tecidos adjacentes (base da gema e ramo). Apesar das imperfeições, esse método é bastante útil e seus resultados geralmente são confirmados por testes bioquímicos (Rageau, 1978; Champagnat, 1983; Crabbé & Barnola, 1996; Bonhomme et al., 1999). O teste de estacas de nós isolados é de fácil execução e de baixo custo e possibilita a obtenção do estado de inércia espacial e temporal das gemas, as quais não se encontram todas num mesmo estágio de desenvolvimento nas plantas.

Enfim, a dormência é um fenômeno complexo que está sob o controle fisiológico e bioquímico, sendo influenciado por vários elementos integrados que interagem e determinam o ponto de superação da dormência (Faust et al., 1997). Após um século de pesquisas, o fenômeno da dormência tem sido extensivamente revisado e muitas incertezas permanecem, o que tem despertado cada vez mais a abertura de novas linhas de pesquisa sobre esse fenômeno (Arora et al., 2003).

### 3.4 Estrutura floral e alterações morfológicas

As gemas de flor e as inflorescências das pereiras são similares as de macieira, sendo que as inflorescências de pereira contêm de sete a oito primórdios florais e são indeterminadas (Westwood, 1978). As gemas podem ser definidas como um rebento em um caule, em forma de botão escamoso, que pode produzir folhas ou flores, sendo formadas por uma combinação de divisões anticlinais e periclinais (Esau, 1997). A gema dormente é um broto embrionário, constituído por um meristema apical, nós, internós e por pequenas folhas rudimentares, com gemas ou primórdios de gemas florais nas axilas, todos envolvidos por escamas. Estas escamas ou brácteas são importantes para prevenir o dessecamento, restringir o movimento de oxigênio para dentro da gema e, ainda, o isolamento, evitando assim a perda de calor (Raven et al., 2001).

As inflorescências das pereiras (*Pyrus* sp.) tem sido descritas como umbela tipo corimbo ou como ráculos. Já em marmeleiros (*Cydonia* sp.) as flores são solitárias. As flores de *Pyrus communis* tipicamente possuem cinco pétalas, cinco sépalas, 20-30 estames com anteras vermelhas ou púrpuras. Também possuem de dois a cinco carpelos, completamente unidos com o receptáculo, e possuem de dois a cinco pistilos, que são livres, mas constrictos na base (Jackson, 2003).

A produtividade de pereiras depende de uma seqüência de processos como a indução floral, o desenvolvimento floral, a polinização, o pegamento das flores e frutos e, finalmente, o crescimento desses frutos. Cada um desses processos fisiológicos é influenciado por fatores genéticos, ambientais, fisiológicos e pelo manejo das plantas (Webster, 2002). Durante a primeira fase da estação de crescimento, todas as gemas são vegetativas. Mais tarde, sob certas condições, os pontos de crescimento de certas gemas passam por processo de indução para formar uma flor ou inflorescência. Esse processo de formação ou diferenciação de gemas foi descrito por Bubán & Faust (1982), abordando aspectos da citologia, histologia e morfologia.

Posteriormente, as gemas florais continuam a crescer durante a dormência, porém a taxa em que isso ocorre é dependente da cultivar (Abbott, 1970; Bubán & Faust, 1995). De acordo com Cole et al. (1982), gemas de *Pyrus calleryana* têm maior taxa de crescimento no outono, quando as temperaturas estão diminuindo, do que as gemas de *Pyrus communis*. Assim, plantas de *P. calleryana* entram em dormência com maior desenvolvimento de gemas e tem brotação mais precoce do que as *P. communis*.

O porta-enxerto parece influenciar a qualidade das flores. Os porta-enxertos ananizantes, possivelmente por afetar a partição de assimilados, freqüentemente melhoram a qualidade das flores e o pegamento dos frutos (Webster, 2002). De acordo com Jackson (2003), diferentes porta-enxertos de macieira podem induzir diferenças na proporção de gemas que se tornam floríferas,

sendo que esta característica é mais pronunciada quando as plantas são jovens, influenciando na precocidade das plantas. O mesmo acontece em pereira, nas quais o porta-enxerto EMC induz a maior formação de gemas florais do que outros porta-enxertos mais vigorosos. O mesmo autor cita que, a macieira cv. Cox Oranje Pippin apresentou a formação de 48, 36, 28 e 32% de gemas florais quando enxertadas em porta-enxertos M.9, M.26, M.7 e MM.106, respectivamente.

Em estudos sobre as causas do abortamento floral em pereira, Verissimo et al. (2002; 2004), analisando gemas oriundas de três regiões no Sul do Brasil, com diferente acúmulo de frio, encontraram grande variação quanto ao número de primórdios florais por gemas em cultivares de origem asiática, as quais têm sérios problemas com necrose de gemas. Os autores verificaram ainda que, nas regiões com menor acúmulo de frio as gemas continham um número maior de primórdios, o que estaria implicando no desgaste da planta, devido ao aumento na demanda de reservas nutritivas para a retomada do crescimento na primavera. No mesmo estudo, foram encontradas diversas alterações em nível de biologia floral, como a bifurcação ou duplicação da inflorescência, repercutindo no maior número de primórdios por gema, deformações e abscisão de primórdios, necrose do pistilo, escurecimento de anteras e dos feixes vasculares. Essas alterações nas gemas foram atribuídas a causas climáticas, mostrando diferentes graus de adaptação das plantas, pois os problemas se intensificaram nas regiões com menor acúmulo de frio.

Zecca (2004), estudando a biologia floral em pereira visando identificar os fatores causais do abortamento de gemas, verificou que há uma alta correlação positiva entre percentagem de primórdios florais com tumores e a percentagem de primórdios florais necrosados. Esses tumores estariam sendo causados por bactérias do grupo *Pseudomonas*, que estariam liberando AIA no interior dos primórdios, sendo capaz de induzir a formação de tumores. Na Espanha, Montesinos & Vilardell (1996) já havia identificado a presença de *Pseudomonas syringae* e associado às causas da necrose de gemas florais. No Brasil, Marodin (1998) identificou a presença da bactéria, porém descartou a possibilidade desta ser o fator causal do distúrbio, pois esse grupo de bactéria estaria associado à nucleação do gelo e, nas nossas condições de cultivo, não haveria temperaturas suficientemente baixas para causar a nucleação e, conseqüentemente, a necrose dos tecidos e das gemas.

### **3.5 Requerimento em frio**

Sabe-se que há uma ampla variação no requerimento em frio entre espécies e, também, entre cultivares da mesma espécie. De modo geral, a data de brotação reflete tanto o requerimento em frio quanto o de calor, de uma determinada cultivar em um ambiente específico (Spiegel-Roy & Alston, 1979). Dentro do gênero *Pyrus* também há uma ampla variação, sendo que *P. pashia*, *P. calleryana*

e *P. amygdaliformis* tem menor requerimento em frio do que *P. pyrifolia* e *P. communis* e crescem em áreas com invernos com pouco frio (Jackson, 2003).

É aceito que o frio é o principal agente responsável pela saída da dormência nas plantas caducifólias. Seu efeito é cumulativo e geneticamente controlado. A temperatura igual ou inferior a 7,2 °C foi, por muito tempo, o valor padrão para estimar o requerimento de frio das plantas. Algumas espécies, quando cultivadas em regiões com insuficiência de frio hibernal, apresentam sintomas de má adaptação, com atraso e maior período de floração, baixa percentagem de gemas brotadas e pouco enfolhamento, resultando em frutos de qualidade inferior (Pasqual & Petri, 1985).

A exigência em frio depende muito da variabilidade genética entre espécies e cultivares. Na literatura é possível encontrar que, para macieira e pereira, essa exigência varia de 200 a 1400 horas. A observação da época de brotação e floração é uma maneira prática de verificar a exigência de diferentes cultivares, já que aquelas menos exigentes brotam mais cedo (Petri et al., 1996).

O primeiro modelo de estimativa da necessidade de frio considerava a soma das temperaturas diárias iguais ou abaixo de 7,2 °C, durante o outono e inverno, o qual se constitui no chamado 'método de horas de frio' (Weinberger, 1950). A partir desse método se estabeleceu o requerimento em frio para diversas espécies frutíferas. Atualmente, horas de frio abaixo de 7,2 °C são apenas um referencial, pois hoje se sabe que diferentes temperaturas têm diferentes valores efetivos de quantidades de horas de frio acumuladas, obtendo as unidades de frio, conforme descrito por Richardson et al. (1974).

De modo geral, a melhor temperatura para as plantas completarem o período de dormência varia de 6 a 8 °C, sendo que temperaturas constantes de 0 °C e 12 °C apresentam menor efetividade. Sabe-se também que, temperaturas acima de 19 °C ocasionam anulação do número de horas de frio acumuladas, e que depende do tempo de exposição das plantas a altas temperaturas, sendo que somente haverá perda das últimas 20-40 horas (Couvillon, 1995). De acordo com Erez & Lavee (1971), flutuações de temperaturas fazem com que seja necessário um maior número de horas de frio para satisfazer as exigências das plantas.

Para Couvillon & Erez (1985) e Couvillon (1995), os modelos matemáticos que estimam a ocorrência de frio e o momento da brotação, não são confiáveis para regiões em que ocorrem invernos com flutuações e altas temperaturas. Além disso, após o requerimento de frio estar superado, o início da brotação está relacionado com a soma de horas de calor.

Portanto, dois aspectos determinam a época em que as gemas irão sair da dormência e brotar: o primeiro é relativo às baixas temperaturas para a satisfação do requerimento em frio, e o outro é a ocorrência de calor, calculado em graus dia, para o crescimento das gemas. Assim, há inter-relação entre o requerimento de frio e o de calor. Em cultivares de alto requerimento em frio, o

maior acúmulo de frio pode ser acompanhado por um decréscimo na necessidade de calor. Em cultivares com baixo requerimento esse efeito é muito menos pronunciado (Jackson, 2003). Em geral, cultivares de pereira com menor requerimento de frio também tem menor requerimento de calor para induzir a brotação (Spiegel-Roy & Alston, 1979). Quando não há frio suficiente durante o inverno e não se utiliza fitoreguladores, há atraso e irregular brotação, comprometendo a produtividade das plantas (Champagnat, 1989).

Um dos problemas para o desenvolvimento da pereira no Sul do Brasil é a falta de baixas temperaturas, a fim de satisfazer o requerimento de frio e a adequada superação da dormência. As pereiras européias, em geral, são altamente exigentes em frio. A cv. Packham's Triumph pertence ao grupo de cultivares que exige entre 1.400 e 2.000 horas de frio entre 0-10 °C. No entanto, quando a exigência em frio não é satisfeita, algumas práticas culturais ou produtos químicos são necessários para que ocorra a superação da dormência (Petri et al., 2003).

Assim, plantas frutíferas precisam de período de baixas temperaturas para satisfazer o requerimento em frio. O frio insuficiente é provavelmente o fator climático mais limitante para o cultivo de frutíferas de clima temperado, como a pereira e macieira. Entre as conseqüências da falta de frio está a brotação errática, ou seja, a desuniformidade na brotação. É comum encontrar na mesma planta frutos de 1 a 2 cm de diâmetro, flores abertas e gemas dormentes. Outro problema ocasionado é a falta de brotações laterais e terminais, que tem efeito cumulativo com o passar dos anos, com a antecipação da brotação de gemas terminais, propiciando uma forte dominância apical. O crescimento terminal é estimulado tornando-se longo e vigoroso, inibindo a formação de esporões (Petri et al., 1996). Quando ocorre inadequada superação da dormência pode haver aumento na morte de gemas e conseqüente queda de produção (Barnola et al., 1976). De acordo com Cook & Jacobs (2000), o frio insuficiente pode levar a uma anormal ou indesejável característica de crescimento, como a reduzida brotação. Este fenômeno é comum em plantas temperadas quando cultivadas em condições de inverno ameno, como na África do Sul.

De acordo com Petri et al. (1996) a dormência se localiza nas gemas fazendo com que a exigência em frio varie dentro da mesma planta, em função da localização das gemas e do estado nutricional da planta. Em condições naturais, as gemas vegetativas laterais requerem maior quantidade de frio que as gemas floríferas e ou terminais. No mesmo ramo do ano, as gemas laterais da metade inferior brotam mais facilmente do que as da metade superior. De acordo com Salisbury & Ross (1992), os efeitos do frio na superação da dormência não se redistribuem na planta, sendo localizados nas gemas individualmente. Quando se mantém parte de uma planta em condições de acumular frio e o restante sem esta possibilidade, a brotação das gemas ocorrerá somente na parte exposta ao frio

No entanto, porta-enxertos muitas vezes tem complexos e interativos efeitos no crescimento e comportamento da cultivar copa (Chaplin & Schneider, 1974; Layne & Ward, 1978). Nesse sentido, eles têm sido relacionados com a influência no requerimento de frio de espécies como macieiras, pessegueiros e pereiras (Couvillon et al., 1984; Griggs & Iwakiri, 1969; Young & Olcott-Reid, 1979; Westwood & Chestnut, 1964; Westwood, 1970).

De acordo com Westwood (1970), o efeito de porta-enxertos no requerimento de frio das cultivares copa é algo a ser considerado em regiões com baixo frio. Segundo o autor, o uso de porta-enxerto de macieira M.26 e M.7 induzem o menor requerimento em frio do que porta-enxertos com maior vigor. Considera também que, o menor requerimento em frio de pereira cultivar 'Bartlett' (Williams), sobre *Pyrus calleryana* do que em *Pyrus communis*, é uma desvantagem em áreas propensas a geadas na primavera.

A maior parte dos porta-enxertos clonais, usados comercialmente para macieira e pereira, foram selecionados e cultivados em regiões temperadas. De acordo com Westwood & Chestnut (1964), a cultivar Bartlett por sua origem requer mais de 1100 horas, enquanto que o porta-enxerto *P. calleryana* requer 400 horas. No entanto, a cultivar Bartlett quando enxertada em *P. calleryana* necessitou um número intermediário de horas de frio. Segundo os autores, a combinação Bartlett/*P. calleryana* tem menor requerimento de frio para brotar do que Bartlett/*P. communis*. Na tentativa de explicar esse efeito Westwood (1970) sugeriu o envolvimento de promotores e inibidores que se movimentam através da união do enxerto.

No entanto, alguns resultados com pereiras asiáticas evidenciam que não há efeito dos porta-enxertos no requerimento em frio de cultivares copas. De acordo com Nee & Fuchigami (1990), cultivares de pereira enxertadas em uma cultivar de baixo requerimento de frio não tiveram seu requerimento de frio alterado pelo porta-enxerto. Também não encontraram efeito de diferentes porta-enxertos, com alto, médio e baixo requerimento de frio sobre a cv. Nijisseiki. Porém, verifica-se que neste estudo houve uma grande variação nas porcentagens de brotação (em valores superior a 30%) da Nijisseiki nos diferentes porta-enxertos testados.

Embora exista disponível no Brasil cultivares de pereira de baixo requerimento em frio (menos de 500 horas de frio  $\leq 7,2$  °C), em geral, a qualidade das pêras dessas cultivares é relativamente baixa. Assim, enquanto novas cultivares não forem desenvolvidas ou introduzidas, os produtores brasileiros têm optado por cultivares européias e asiáticas de boa qualidade tais como: William's (Bartlett); Red Bartlett; Packham's Triumph; Abate Fetel; Housui; Kousui; Nijisseiki, etc. (Nakasu & Faoro, 2003), cujo requerimento em frio varia entre 700 e 1200 HF. Neste caso, teoricamente somente nas áreas mais frias, como São Joaquim-SC, essas cultivares teriam melhor

adaptação. Nas demais se torna necessária a aplicação de tratamentos para melhorar o índice de brotação (Petri et al., 2003).

### 3.6 Abortamento de gemas florais

O abortamento de gemas florais já foi relatado em diversos países: Espanha (Montesinos & Vilardell, 1991; Montesinos & Vilardell, 1996), Nova Zelândia (Kingston et al., 1990; Klinac et al., 1991; Klinac & Geddes, 1995) e Itália (Selli et al., 1985). Na Nova Zelândia esta anomalia é conhecida como “bud jump” e tem sido observada em todas as áreas, afetando consideravelmente a produção (Kingston et al., 1990).

O abortamento das gemas florais é caracterizado pela necrose dos primórdios florais, os quais, dependendo da época, podem apresentar diferentes intensidades de necrose. O abortamento pode ser observado, a campo, pela aparência das gemas florais com escamas frouxas e extremidades apicais afastadas. Em laboratório, com auxílio de microscópio, pode-se constatar, internamente às gemas, a presença de primórdios necrosados.

O abortamento floral, em alguns anos, dependendo da cultivar, pode comprometer até 100% da produção. O problema de adaptação e abortamento de gemas florais, que ocorre tanto em cultivares européias quanto asiáticas, tem sido estudado nos últimos anos no Sul do Brasil e é fator limitante para as cultivares de maior qualidade e interesse comercial. Até o momento, nenhuma hipótese foi comprovada quanto ao fator causal do distúrbio, nem de métodos efetivos de controle.

No Brasil esse problema é observado desde 1968, em cultivares européias, na região de Pelotas (RS), Videira e Fraiburgo (SC). O problema tem se intensificado nos últimos dez anos, adquirindo grande importância e impedindo o sucesso na implantação da cultura da pereira. Levantamentos realizados por Herter et al. (1995), em quatro anos de avaliação, confirmam que o abortamento varia muito entre cultivares e anos. A cultivar Packham's Triumph se destaca pelos índices mais elevados de abortamento, ao passo que as cultivares Nijisseiki, Housui, Shinseiki, Teen, Natal, Kieffer, Carrick, Seleta e Bartlett apresentam variações anuais no índice de abortamento. Observa-se, ainda, que algumas cultivares com menores índices de abortamentos são a 'Kieffer' e 'Carrick'.

Fatores tais como insuficiência de frio hibernal, flutuações de temperatura no inverno, problemas nutricionais, patógenos (*Pseudomonas syringae*) e problemas durante a fase vegetativa têm sido citados para explicar esse fenômeno. Entre os fatores ecofisiológicos são apontados os relacionados com o clima, principalmente flutuações de temperatura e a falta de frio, fatores nutricionais, com ênfase a carboidratos e micronutrientes, desenvolvimento floral e morfologia de gemas, bem como estresse hídrico (Herter et al., 2001b).

Na Espanha, as primeiras referências sobre a morte de gemas florais em pereiras surgiram em 1981, sendo que os danos foram atribuídos, no primeiro momento, à bactéria *Pseudomonas* spp. Entretanto, estariam envolvidos outros fatores como desordens fisiológicas, devido às condições climáticas, de nutrição e à idade da planta. Naquelas condições, o abortamento comporta-se tipicamente como algumas bacterioses descritas em frutas de caroço e de semente. Em determinados anos foi observada correlação positiva significativa com níveis de *Pseudomonas syringae*, já em outros anos não houve correlação e a bactéria não estava presente. Em experimentos com inoculação de bactéria, em nível de campo, os resultados não foram significativos, mas sim em condições controladas (Montesinos & Vilardell, 1996; Vilardell et al., 1991). De acordo Hatting et al. (1989), existe muita variação de suscetibilidade entre cultivares de pereira à infecção de *Pseudomonas syringae*, mas não se sabe a causa dessa diferença.

A incidência de *Pseudomonas syringae* e sua ação na nucleação de gelo, parecem não ser a causa do abortamento no Brasil, pois a mesma necessita de condições de temperaturas mais baixas para que ocorra a formação de gelo e mesmo porque nas áreas brasileiras mais frias, o problema não é mais grave do que nos locais com inverno mais ameno (Marodin, 1998).

Diversos autores salientam a importância que a falta de frio exerce na maior incidência de abortamento (Petri et al., 2000; Honjo, 1997; Herter et al., 1994; Stushnoff & Quamme, 1983; Westwood, 1982; Legave, 1978; Weinberger, 1950). Entretanto, autores como Marodin (1998), Camelatto et al. (1997) e Kingston et al. (1990) discordam de que a falta de frio seja o fator causal do abortamento. De modo geral, tudo indica que o frio ameniza o abortamento, mas não é o fator causal.

De acordo com Petri et al. (2002), o abortamento floral aumentou em anos com menor acúmulo de frio. Isso também pôde ser confirmado pela comparação entre locais, em que Caçador-SC com média de 550 horas de frio apresentou maior abortamento quando comparado à São Joaquim-SC, com média de 750 horas. Ainda, a cv. Housui quando submetida a frio de 1.440 horas teve menor abortamento do que as plantas em condições naturais.

Resultados de pesquisa evidenciam que o abortamento se intensifica antes do florescimento, apresentando primórdios normais no início do outono. Além disso, o número de flores por cacho aumenta com o aumento das horas de frio, reduzindo o abortamento. No Brasil, a menor ocorrência da desordem ocorre em áreas com maior acúmulo de frio. Ainda, plantas que recebem cerca de 1.440 horas de frio ( $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$ ) não apresentam a desordem e tem mais flores por cacho floral. Estes resultados mostram que o frio insuficiente no inverno pode contribuir para a ocorrência do abortamento, entretanto não deve ser a única causa (Petri et al., 2002).

Camelatto et al. (1997) estudaram o abortamento em duas cultivares de pereiras européias (Bartlett e Packham's Triumph), sob diferentes tratamentos de frio (450, 650, 850, 1050 horas a  $\leq 7,2$  °C) e constataram que os mesmos não tiveram efeito sobre o distúrbio. Aparentemente o frio exerce função importante na ocorrência de abortamento em pereira, mesmo que não seja o principal fator causal. O frio pode ter ação indireta, isto porque sua ocorrência afeta o metabolismo da planta. Alguns estudos indicam que o abortamento das gemas florais pode ocorrer desde o outono (Camelatto & Arruda, 1999; Marodin, 1998; Arruda, 1998) e, portanto, não pode ser atribuída apenas a insuficiência de frio ou prolongada dormência.

Em regiões com cerca de 550 horas de frio ( $\leq 7,2$  °C) foi observado que na cv. Kousui o abortamento é reduzido, sendo boa a floração em todos os anos. Para todas as cultivares, em regiões com maior número de horas de frio, a floração é melhor e o abortamento é reduzido (Petri et al., 2000). Porém, a ocorrência de abortamento das gemas, mesmo em áreas com frio adequado para pereira sugere que a temperatura durante o inverno não deve ser o único fator influenciando no distúrbio (Kingston et al., 1990).

Nas condições de Caçador e Fraiburgo, SC, em pereiras européias foi verificado por pesquisadores da Epagri que existe influência genética, mas de ação independente à exigência de frio hibernal, nas cultivares testadas. Também não foi encontrada influência da abertura precoce das brácteas na maior ou menor severidade do abortamento (Faoro, 2001).

Em pessegueiro, de acordo com Monet & Bastard (1971), a queda de gemas se acentua em certas etapas do repouso, principalmente no final da meiose, quando ocorrem temperaturas altas ( $> 25$  °C) em períodos freqüentes e prolongados, e não pela falta generalizada de frio no inverno. Em damasqueiro, durante a dormência, as gemas florais não são afetadas somente pelo frio, mas também pelas altas temperaturas, sendo que nessa espécie foram encontradas várias anormalidades nas peças florais (Guerriero & Bartolini, 1991; Vitti & Monteleone, 1991). Para Faoro (2001), pesquisas realizadas até agora não evidenciam a influência de temperaturas máximas, amplitude térmica e da umidade do ar como causadoras da necrose em pereira.

Vários desequilíbrios fisiológicos podem ocorrer durante o período vegetativo, como por exemplo, o desfolhamento decorrente de problemas fitossanitários, a deficiência de nutrientes ou de água durante esse período. Arruda (1998), estudando abortamento de gemas florais de pereiras, concluiu que a deficiência hídrica no verão, bem como o desfolhamento precoce no verão-outono, repercute no aumento do abortamento de gemas florais, na cv. Bartlett. O desfolhamento total causa maiores danos quando ocorre em janeiro e fevereiro do que posteriormente.

O desequilíbrio nutricional é possivelmente um dos fatores envolvidos no abortamento de gemas florais em pereira. Desequilíbrios durante o período vegetativo podem resultar em aumento

da incidência de abortamento de gemas florais de pereira (Montesinos & Vilardell, 1996). Em estudo realizado com pereira em dois locais no Sul do Brasil, sendo uma região com menores índices de abortamento (São Joaquim-SC) e outra onde os índices de abortamento são elevados (Pelotas-RS), Gardin (2002) concluiu que o decréscimo do amido e o não acúmulo de sólidos solúveis, no inverno, em Pelotas, ocorreu devido a manutenção de altas taxas respiratórias. Estudos sobre a dinâmica dos carboidratos tem sido importantes para o entendimento do efeito da temperatura sobre dormência e sobre a disponibilidade de fonte de energia para a retomada de crescimento na primavera.

No Sul do Brasil, o abortamento de gemas florais ainda pode ser atribuído ao avanço da substituição dos porta-enxertos de pereira utilizados anteriormente por *Pyrus calleryana*. Segundo relatos de pesquisadores locais, quando se utilizava marmeleiro como porta-enxerto o problema era menor. Atualmente, como a retomada no uso dos marmeleiro como porta-enxerto nas principais regiões produtoras de pêra do país, aliado a um conjunto de práticas, resultados positivos tem sido obtidos em termos de produtividade.

### 3.7 Referências

- ABBOTT, D.L. The role of budscales in the morphogenesis and dormancy of the apple fruit bud. In: LUCKWILL, L.C.; CUTTING, C.V. **Physiology of tree crops**. p.65-82, London: Academic Press, 1970.
- ARORA, R.; ROWLAND, L.J.; TANINO, K. Induction and release of bud dormancy in woody perennials: A science comes of age. **HortScience**, v. 38, n.5, p.911-921, 2003.
- ARRUDA, J.J.P. **Efeitos de desfolhamento precoce, deficiência hídrica, cultivar e local, no abortamento das gemas florais da pereira (*Pyrus spp.*)**. Pelotas: UFPel, 1998. 43 p. Dissertação (Mestrado em Fruticultura de Clima Temperado) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1998.
- ATKINSON, C.J.; ELSE, M.A.; TAYLOR, L.; WEBSTER, A.D. The rootstock graft union: a contribution to the hydraulics of the worked fruit tree. **Acta Horticulturae**, n. 557, p.117-122, 2001.
- BARNOLA, P.; CHAMPAGNAT, P.; LAVARENNE, S. Taille en vert des rameaux et dormance des bourgeons chez le noisetier. **Cahiers Recherche Acad. Agriculture France.**, n. 62, 1163-1171, 1976.
- BARTOLINI, S.; VITI, R.; ZANOL, G.C. The involvement of glutathione in flower bud dormancy overcoming in apricot (*Prunus armeniaca* L.). **Recent Res. Devel. Agronomy & Horticulture**, v. 1, p.11-28, 2004.
- BELLINI, E. **La coltivazione del pero**. Verona : L' Informatore Agrario, 1993, 343 p.
- BERGAMINI, A.; ANGELINI, S.; BIGARA, F. Influenza de 4 differenti portinnesti sulla resistenza stomatica e sul potenziale idrico fogliare di Golden Delicious clone B (v.e.) sottoposti a due diversi

- regimi idríci. In: **Coltura Del melo verso gli anni '90**. Cordenons (PN), 18-20 dicembre 1986. Societá Orticola Italiana, p.533-544, 1988.
- BIANCHI, V.J.; ARRUDA, J.J.P.; CASAGRANDE, J.G.; HERTER, F.G. Estudo da paradormência em pereira por meio do método biológico. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal-SP, v. 22, n. 2, p.294-296, 2000.
- BONHOMME, M.; RAGEAU, R.; GENDRAUD, M. Influence of temperature on the dynamics of ATP, ADP and non-adenylic triphosphate nucleotides in vegetative and floral peach buds during dormancy. **Tree Physiology**, n. 20, p.615-621, 2000.
- BONHOMME, M.; RAGEAU, R.; RICHARD, J.P.; EREZ, A.; GENDRAUD, M. Influence of three contrasted climatic conditions on endodormant vegetative and floral peach buds: analyses of their intrinsic growth capacity and their potential sink strength compared with adjacent tissues. **Scientia Horticulturae**, v. 80, p.157-171, 1999.
- BUBÁN, T.; FAUST, M. New aspects of bud dormancy in apple trees. **Acta Horticulturae**, n. 395, p.105-111, 1995.
- BUBÁN, T.; FAUST, M. Flower bud induction in Apple trees: Internal control and differentiation. **Horticult. Rev.**, n. 4, p.174-203, 1982.
- BUCKHOUT, T. J.; TUBBE, A. Structure, mechanisms of catalysis, and regulation of sugar transporters in plants. In: SAMSKI, E.; SCHAFFER, A. A. **Photoassimilate distribution in plants and crops: source-sink relationships**. New York: Marcel Dekker, Inc, 1996, p.229-260.
- CHAPLIN, C.E.; SCHNEIDER, G.W. Peach rootstock/scion hardiness effect. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.**, n. 99, p.231-234, 1974.
- CAMELATTO, D.; ARRUDA, J.J.P.; NATCHIGAL, G.R. Abortamento de gemas florais de pereira (*Pyrus communis*, L.) cvs. Packham's Triumph e William's Bom Chretien. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 6, 1997, Belém-PA. **RESUMOS...** Belém: Sociedade Brasileira de Fisiologia, 1997. p. 485.
- CAMELATTO, D., ARRUDA, J. J. P. 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.
- CARRERA, M.; ESPIAU, M.T.; GÓMEZ-APARISI, J. Pear rootstock trial : Behavior of 'Conference' and 'Doyenné du Comice' on two quince and five OHxF selections. **Acta Horticulturae**, n. 671, p.481-484, 2005.
- CARRERA, M.; ORTIZ, E. Performance of three quince rootstock for pear. **Acta Horticulturae**, n. 161, p.231-234, 1984.
- CARVALHO, R.I.N.; ALVES, M.C.A. Intensidade de dormência das gemas de quaquizeiro 'Fuyo' no período de outono e inverno na região de Fazenda Rio Grande-PR. **Rev. Bras. Agrociências**, Pelotas, v. 13, n. 1, p.35-38, jan/mar 2007.
- CARVALHO, R.I.N. ; ZANETTE, F. Avaliação da intensidade da dormência em gemas de macieira (*Malus domestica* Borkh.) das cultivares Gala e Melrose. **Rev. Bras. Frutic.**, v.13, n.3, p. 205-211, 2001.

- CARVALHO, R.I.N. ; ZANETTE, F. Dinâmica da dormência de gemas de dois anos de macieira ‘Imperial Gala’ em região de baixa ocorrência de frio. **Rev. Bras. Frutic.**, v.26, n.3, p.392-394, 2004.
- CHAMPAGNAT, P. Quelques reflexions sur la dormance des bourgeons des végétaux ligneux. **Physiol. Vég.**, v.21, n.3, p.607-618, 1983.
- CHAMPAGNAT, P. Rest and activity in vegetative buds of tree. **Ann Sci. For.**, Champenoux, v.46, supl., p.9-26, 1989.
- CHILDERS, N.F. **Modern Fruit Science**. Somerset Press, Inc. Somerville, New Jersey, USA, 1975. 976p.
- CHOUARD, P. **Dormances et inhibitions des graines et des bourgeons. Préparation au forçage. Thermopériodisme**. Cours du Conservatoire National des Arts et Métiers. Centre de Documentation Universitaire, Paris, (FRA), 1951. 84 p.
- COLE, M.E.; SOLOMOS, T.; FAUST, M. Growth and respiration of dormant flower buds of *Pyrus communis* and *Pyrus calleryana*. **Journal of the American Society for Horticultural Science** 107, p.226-231,1982.
- COOK, N.C.; JACOBS, G. Progression of apple (*Malus x domestica* Borkh.) bud dormancy in two mild winter climates. **J. Hort. Sci. and Biotech.** 75, p.233-236, 2000.
- COUVILLON, G.A. Temperature and stress effects on rest in fruit trees: a review. **Acta Horticulturae**, n.395, p.11-19, 1995.
- COUVILLON, G.A.; EREZ, A. Influence of prolonged exposure to chilling temperatures on bud break and heat requirement for bloom of several fruit species. **J. Am. Soc. Hort. Sci.** 110, p.47-50, 1985.
- COUVILLON, G.A.; FINARDI, N.; MAGNANI, M.; FREIRE, C. Rootstock influences the chilling requirement of ‘Rome Beauty’ apple in Brazil. **HortScience** 19, p.255-256, 1984.
- CRABBÉ, J. Dormancy. **Encyclopedia of Agricultural Science**, v.1, Academic Press Inc., p.597-611, 1994.
- CRABBÉ, J.; BARNOLA, P. A new conceptual approach to bud dormancy in woody plants. In.: LANG, G.A. (ed.) **Plant dormancy: physiology, biochemistry and molecular biology**. CAB International, New York, p.83-113, 1996.
- EREZ, A.; LAVEE, S. The effect of climatic conditions on dormancy development of peach buds. 1. Temperature. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.96, n.6, p.711-714, 1971.
- ESAU, K. O caule: estágio primário de crescimento. In: **Anatomia das plantas com sementes**. MORRETES, B.L. São Paulo, Edgard Blucher, 1974, reimpressão, p.160-185, 1997.
- FAORO, I.D. Morfologia e fisiologia. In: EPAGRI. **Nashi, a pêra japonesa**. Florianópolis: Epagri/Jica, p.67-94, 2001.
- FAUST, M.; EREZ, A.; ROWLAND, L.J.; WANG, S.Y.; NORMAN, H.A. Bud dormancy in perennial fruit trees: physiological basis for dormancy induction, maintenance and release. **HortScience** 32, p.623-629, 1997.
- FAUST, M.; LIU, D.; LINE, M.J.; STUTTE, G.W. Conversion of bound to free water in endodormant buds of apple is an incremental process. **Acta Horticulturae** 395, p.113-118, 1995.

- FAUST, M.; LIU, D.; MILLARD, M.; STUTTE, G.W. Bound versus free water in dormant apple buds – A theory for endodormancy. **HortScience** 26, p.887-890, 1991.
- FERREE, D.C.; CARLSON, R.F. Rootstocks for fruit crops. In: R.C. ROM; R.F. CARLSON (eds.). **Rootstocks for fruit crops**, Wiley, New York, p. 107-143. 1987.
- GARDIN, J.P.P. **Abortamento de gemas florais e níveis de carboidratos em gemas e ramos de pereira, cultivar Nijisseiki, no outono e inverno**. 2002. 40p. Dissertação (Mestrado) IB-Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2002.
- GEMMA, H. Dormancy breaking in Japanese pears grown in a heated greenhouse. **Acta Horticulturae** 395, p.57-68, 1995.
- GUERRIERO, R.; BARTOLINI, S. Main factors influencing cropping behavior of some apricot cultivars in coastal áreas. **Acta Horticulturae**, n.193, p.229-241, 1991.
- GRIGGS, W.H.; IWAKIRI, B.T. Effect on rootstock on bloom periods of pear trees. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 94, p.109-111, 1969.
- HATTING, M.J.; ROOS, I.M.M.; MANSVELT, E.L. Infection and systemic invasion of deciduous fruit trees by *Pseudomonas syringae* in South Africa. **Plant Disease**, St. Paul, v. 73 (10), p.784-789, 1989.
- 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**, n. 25, p. 109-114, 2005.
- HERTER, F.G.; VERISSIMO, V.; CAMELATTO, D.; GARDIN, J.P.; TREVISAN, R. Abortamento de gemas florais de pereira no Brasil. **Seminário sobre fruticultura de clima temperado**, 1, p.106-114, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: Epagri, 2001b.
- HERTER, F.G.; RASEIRA, M. do C.B.; NAKASU, B.H. Época de abortamento de gemas florais em pereira e sua relação com temperatura ambiente, em Pelotas - RS. **Rev. Bras. Frutic.**, Cruz das Almas, v.16, n.1, p. 108-114, 1994.
- HERTER, F.G.; VERISSIMO, V.; GARDIN, J.P.P.; TREVISAN, R.; PEREIRA, I.S. Uso do método biológico na determinação da evolução da dormência em macieira e pereira. **VIII Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal**. Ilhéus-Bahia. V.1. CDRom, 2001.
- HERTER, F.G; RAGEAU, R.; BONHOMME, M.; MAUGET, J.C. Determinação do término da dormência e floração para algumas cultivares de macieira: comparação entre métodos biológico e empírico. **Rev. Bras. Frutic.**, Cruz das Almas, v. 14, n.1, p.77-81, 1992.
- HERTER, F.G.; CAMELATTO, D.; NAKASU, B.H.; FINARDI, N.L. Incidência de abortamento floral em cultivares de pereira, no Rio Grande do Sul. In: REUNIÃO TÉCNICA DE FRUTICULTURA, n.4, 29-30 nov. 1995, Porto Alegre, **Anais...** Porto Alegre: FEPAGRO, p. 95-97, 1995.
- HONJO, H. Agrometeorological studies on the applicability for a few models for deciduous fruit trees related to winter dormancy and flower bud abortion in Japanese pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai). **Report of the Research Projects on Small-Scale Horticulture in Southern Brazil**. EMBRAPA – Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado. Pelotas-RS, 36p. 1997.
- JACKSON, J.E. **Biology of Apple and Pears**. Cambridge University Press: New York, 2003. 487p.

- JANICK, J. **A ciência da horticultura**. Rio de Janeiro, 1966, 485p.
- JONES, O.P. Xylem sap composition in apple trees : effect of the graft union. **Annals of Botany** 38, p.463-467, 1974.
- KAMBOJ, J.S.; BLAKE, P.S.; QUINLAN, J.D.; WEBSTER, A.D.; BAKER, D.A. Recent advances in studies on the dwarfing mechanism of apple rootstocks. **Acta Horticulturae** 451, 75-82, 1997.
- KAMBOJ, J.S.; QUINLAN, J.D. The apple rootstock and its influence on endogenous hormones. **Acta Horticulturae** 463, p.143-153, 1997.
- KINGSTON, C.M.; KLINAC, D.J.; VAN EPHENHUIJEN, C.W. Floral bud disorders of nashi (*Pyrus serotina*) grown in New Zealand. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, New Zealand, v.18, p.157-159, 1990.
- KLINAC, D.C.; ROHITA, H.; REVREAL, J.C. Effects of cultar (paclobutrazol) on vegetative growth and fruit production by nashi (*Pyrus serotina* Redh.). **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, Wellington, v.19 (3): p.229-235, 1991.
- KLINAC, D. C.; GEDDES, B. Incidence and severity of the floral bud disorder ‘budjump’, on nashi (*Pyrus serotina*) grown in the Waikato region of New Zealand. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, Wellington, v. 23 (2): 185-190, 1995.
- LACOINTE, A.; KAJJI, A.; DAUDET, F.; PHILIPPE, A.; FROSSARD, J. Mobilization of carbon reserves in young walnut trees. **Acta Botanic Gallica**, 140 (4), p.435-441, 1993.
- LAYNE, R.E.C.; WARD, G.M. Rootstock and seasonal influence on carbohydrate levels and cold hardiness of ‘Redhaven’ peach. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 103, p.408-413, 1978.
- LANG, G.A. Dormancy: a new universal terminology. **HortScience**, Alexandria, v.22, n.5, p.817-820, 1987.
- LANG, G.A. Dormancy – The missing links: Molecular studies and integration of regulatory plant and environmental interactions. **HortScience**, v.29 (11), p.1256-1263, 1994.
- LAVEE, S. Dormancy and break in warm climates ; consideration of growth regulator involvement. **Acta Horticulturae**, v. 34, p.255-264, 1973.
- LEGAVE, J.M. Quelques aspects de necroses florales avant la floraison chez l’ Abricotier. **Ann. Amélior. Plantes**, 28 (3), 1978.
- LEITE, G.B. O uso do marmeleiro como porta-enxerto da pereira. **Horti Sul**, v.2, n.4, p.28-32, 1992.
- LEITE, G.B.; BONHOMME, M.; LACOINTE, A.; RAGEAU, R.; SAKR, S.; GUILLIOT, A.; MAUREL, K.; PETEL, G.; RODRIGUEZ, A.C. Influence of lack of chilling on bud-break patterns and evolution of sugar contents in buds and stem tissues along the one-year-old shoot. **Acta Horticulturae** 662, p.61-71, 2004.
- LEMOINE, J.; MICHELESI, J.C.; ALLARD, G. Techniche di moltiplicazione per talea erbacea e semilegnosa di alcuni portinesti del pero. **Rivista di Frutticoltura e di ortofloricoltura**, Firenze, v. LIV, n. 10, p.39-48, 1997.
- LOCKARD, R.G.; SCHNEIDER, G.W. Stock and scion growth relationship and the dwarfing mechanism in apple. **Horticultural Review** 2, p.315-375, 1981.

- LORETI, F.; GIL, G. Portainjertos para peral: situación actual y perspectivas. **Revista Fruticola**, 15:45-50, 1994.
- LORETI, F.; MASSAI, C.; FEI, C.; CINELLI, F. Performance of ‘Conference’ cultivar on several quince and pear rootstock: Preliminary results. **Acta Horticulturae** 596, p.311-317, 2002.
- MARODIN, G.A.B. **Época e intensidade de abortamento de gemas florais em pereira (*Pyrus communis* L.) cv. Packham’s Triumph em ambiente com distintas condições climáticas**, 1998. 191f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998.
- MARANGONI, B. & MALAGUTI, D. I portinnesti del pero. **L’Informatori Agrario** – 51 Suplemento n. 1, del 27 dicembre 2002. Verona, p. 26-29, 2002.
- MASSAI, R.; GUCCI, R.; MALASOMA, G. Relazioni idriche e flusso xilematico em ter genotipi pesco x mandorlo innestati e non La cv. ‘Suncrest’. Progetto finalizzato – FRUTTICOLTURA. MACFRUT: AGRO.BIO.FRUT. Cesena, 10-11 maggio, 1996.
- MONET, R.; BASTARD, Y. Effets d'une température modérément élevée: 25 degrés C, sur les bourgeons floraux du pêcher. **Physiol. végétale**. 9(2), p.209-226. 1971.
- MONTESINOS, E.; VILARDELL, P. La necrosis de yemas de flor en el peral. Una enfermedad de etiologia compleja y difícil control. **Fruticultura Profesional: Peral II**, Madrid, n.78, p.88-93, 1996.
- MONTESINOS, E.; VILARDELL, P. Nuevos avances en el control de la necrosis de yemas de flor en el peral. **Fruticultura Profesional: Peral II**, Madrid, n.40, p.14-20, jul/ago. 1991.
- MUSACCHI, S. Princípios para a implantação e gestão de modernos pomares de pereira. **X ENFRUTE**, v. 1, Palestras, Fraiburgo, julho de 2007, p. 145-159.
- NAKASU, B.H. & FAORO, I.D. Cultivares. In: CENTELLAS-QUEZADA, A.; NAKASU, B.H.; HERTER, F.G. Pêra: Produção. (**Frutas do Brasil, 46**) Embrapa Clima Temperado (Pelotas-RS) – Brasília, Embrapa Informações Tecnológicas, 2003, p.29-36.
- NEE, C.C.; FUCHIGAMI, L.H. The effect of rootstock on the chilling requirement of ‘Nijisseiki’ pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai). **Acta Horticulturae** 279, p.247-251, 1990.
- NISHIMOTO, N.; FUJISAKI, M. Chilling requirement of buds of some deciduous fruits grown in southern Japan and the means to break dormancy. **Acta Horticulturae**, v. 395, p.153-160, 1995.
- OLIEN, W.C.; LAKSO, A.N. A comparison of the dwarfing character and water relations of five apple rootstock. **Acta Horticulturae** 146, p.151-158, 1984.
- OLIVEIRA-FILHO, P.R.C.; CARVALHO, R.I.N. Dinâmica da dormência em gemas de pessegueiro das variedades Eldorado e Ágata. **Revista Acadêmica: Ciências e ambientais**, Curitiba, v., n.1, p.41-46, jul./set., 2003.
- PASQUAL, M.; PETRI, J.L. Quebra de dormência das fruteiras de clima temperado. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 11 (124), p.56-62, 1985.
- PERAZZOLO, G. Tecnologia para a produção de pêras européias. Anais....XI ENFRUTE, v.1, palestras, Fraiburgo-SC, julho de 2006, p.109-115.

- PETRI, J.L.; PALLADINI, L.A.; SCHUCK, E.; DUCROQUET, J.P.; MATOS, C.S.; POLA, A.C. Dormência e indução da brotação de fruteiras de clima temperado. Florianópolis: EPAGRI, 1996. 110p. **(Boletim Técnico, 75)**.
- PETRI, J.L.; CAMELATTO, D.; HERTER, F.G. Quebra de dormência. In: NAKASU, B.H.; QUEZADA, A.C.; HERTER, F.G. **Pêra – produção**. Embrapa Clima temperado (Pelotas, RS) – Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas. Série Frutas do Brasil, 2003, p.52-54.
- PETRI, J. L.; LEITE, G. B.; YASUNOBU, Y. Incidência e fatores do abortamento de gemas em pereira japonesa (*Pyrus spp.*). In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, n.16, 2000, Fortaleza, CE. **Resumos...** Fortaleza: SBF, 2000, p.519.
- PETRI, J.L.; LEITE, G.B.; YASUNOBU, Y. Studies on the causes of floral bud abortion of Japanese pear (*Pyrus pyrifolia*) in Southern Brazil. **Acta Horticulturae**, n.587, p.375-380, 2002.
- PIO, R. ; BARBOSA, W. ; CHAGAS, E.A. ; CAMPO DALL'ORTO, F.A. ; OJIMA, M. ; RIGITANO, O. Cultivares de pereiras em diferentes porta-enxertos de marmeleiros em região subtropical. **Revista UDO Agrícola** 7(1) :74-78, 2007.
- PUTTI, G.L.; PETRI, J.L.; MENDEZ, M.E. Temperaturas efetivas para a dormência da macieira (*Malus domestica* Borkh). **Rev. Bras. Frutic.**, v.25, n.2, p.210-212, 2003.
- RAGEAU, R. Croissance et débourrement des bourgeons végétatifs de pêcher (*Prunus persica* L. Batsch) au cours d'un test classique de dormance. **C. R. Acad. Sci., Sér. D: Sci. nat.**, 287: 1119-1122, 1978.
- RAVEN, P.H.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. **Biologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Ed., Guanabara Koogan S.A., 2001. 906p.
- RICHARDSON, E.A.; SEELEY, S.D.; WALKER, D. A model for estimating the completion of rest for Redhaven and Elberta peach trees. **HortScience**, n.9, p.331-332, 1974.
- RIVALTA, L.; MALTONI, M.L.; BAGNARA, G.L.; COBIANCHI, D. The grafting performance of pear. **Acta Horticulturae** 256, p. 85-92, 1989.
- RODRÍGUEZ, R.O.; CASTRO, H.R. Quince selections behavior as pear rootstock for Abate Fetel and Conference pear cultivars in Rio Negro, Argentina communication. **Acta Horticulturae**, 475: 183-187, 1998.
- ROMBERGER, J.A. Meristems, growth, and development in woody plants. USDA. **Technical Bulletin** 1293, 1963.
- SAMISH, R.M. Dormancy in woody plants. **Ann. Rev. Plant. Physiol.** 5, p.183-203, 1954.
- SALAYA, G. F. G. Fruticultura: el potencial productivo. 2. ed. México: ALFAOMEGA, Ediciones Universidad Católica de Chile, 1999. 342p.
- SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. **Plant physiology**. 4 ed. Belmont: Wadsworth, 1992. 682p.
- SCHOOT, C.V.D. Dormancy and symplastic networking at the shoot apical meristem. Cap. 5, p.59-81. In: LANG, G.A **Plant Dormancy: Physiology, Biochemistry and Molecular Biology**. Washington State University, Prosser, 1996. 386p.

- SELLI, R.; MONTALDI, P.; BAIESE, G. et al. Cascola delle gemme fiore su pesche, nectarine e percoche. **Rivista di Frutticoltura**, Bologna, n.8, p.43-49, 1985.
- SPIEGEL-ROY, P.; ALSTON, F.H. Chilling and post-dormant heat requirement as selection criteria for late-flowering pears. **Journal of Horticultural Science** 54, p.115-120, 1979.
- STRYDOM, D.K. Training of pear trees in semi-high density plantings with seedling rootstock. **Compact Fruit Tree** 31:108-111, 1998.
- STUSHNOFF, C.; QUAMME, H.A. Adaptation to specific climatic and soil environments. In: MOORE, J.N.; JANICK, H. **Methods in fruit breeding**. Lafayette, Purdue University Press, 1983, p.267-73.
- TAIZ, L.; ZIEGER, E. **Fisiologia vegetal**. Trad. Eliane Romanato Santarém et al... – 3. ed. - Porto Alegre: ArtMed, 2004. 719p.
- TAMURA, F.; TANABE, K.; IKEDA, T. Relationship between intensity of bud dormancy and level of ABA in Japanese pear 'Nijisseiki'. **J. Jpn. Soc. Hort. Sci.** 62, p.75-81, 1993.
- USHER, G. **A dictionary of Botany**. Constable, London, UK. 1965.
- VERISSIMO, V.; ANTUNES, L.E.C.; HERTER, F.G.; HARDTKE, L.; SIMÕES, F.; RODRIGUES, A.C. Evolução da dormência em algumas cultivares de mirtilo (*Vaccinium* spp.). III Simpósio Nacional do Morango II Encontro sobre Pequenas Frutas e Frutas Nativas do Mercosul. Resumos. **Documento 203** (ISSN 1806-9193), p.182-185, Dezembro, 2007.
- VERISSIMO, V.; HERTER, F.G.; GARDIN, J.P.; TREVISAN, R. Morphological and physical parameters of flower buds of trees of two Japanese pear cultivars grown at three different areas of Southern Brazil, and their relationship with flower bud abortion intensity. **Acta Horticulturae**, 587, p.381-387, 2002.
- VERISSIMO, V.; HERTER, F.G.; RODRIGUES, A.C.; GARDIN, J.P.; SILVA, J.B. Caracterização de gemas florais de pereira (*Pyrus* sp.) relacionada ao abortamento floral. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal-SP, v.26, n.2, p.193-197, 2004.
- VILARDELL, P.; GISPERT, M.; MONTESINOS, E. Problemática y perspectivas de control de la anulación de yemas de flor en el peral. **Jornada Técnicas: El peral y el nashi**. Cap. 6. Fundación 'La caixa'. Ed. AEDOS, Barcelona, p.51-55, 1991.
- VITI, R.; MONTELEONE, P. Observations on flower bud grow in the some low yield varieties of apricot. **Acta Horticulturae**, n.293, p.319-326, 1991.
- WANG, S.Y.; FAUST, M. Changes in membranes lipids in apple buds during dormancy budbreak. **Journal of the American Society for Horticultural Science** 115, p.803-808, 1990.
- WANG, S.Y.; JIAO, H.J.; FAUST, M. Changes in ascorbate, glutathione, and related enzymes activities during thidiazuron-induced bud break of apple. **Physiol. Plant.** 82, p.231-236, 1991.
- WEBSTER, A.D. Factors Influencing the Flowering, Fruit Set and Fruit Growth of European Pears. **Acta Horticulturae**, 596:699-709, 2002.
- WEINBERGER, J.H. Chilling requirements of peach varieties. **Proceeding American Society Horticultural Science**, n.56, p.122-128, 1950.
- WERTHEIM, S.J. Rootstock for European Pear: a review. **Acta Horticulturae** 596, p.299-309, 2002.

- WESTWOOD, M.N.; CHESTNUT, N.E. Rest period chilling requirement in Bartlett pear as related to *Pyrus calleriana* and *P. communis* rootstocks. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** v.84, p.82-87, 1964.
- WESTWOOD, M.N. Rootstock – scion relationship in hardiness of deciduous fruit trees. **HortScience**, n. 5 v. 5, p.418-421, 1970.
- WESTWOOD, M.N. **Temperate-zone pomology**. San Francisco: W.H. Freeman, 1978, 428p.
- WESTWOOD, N.H. **Fruticultura de zonas templadas**. Ediciones Mundi-Prensa Madrid 1. 461p. 1982.
- WOOD, B.W. Changes in indolacetic acid, abscisic acid, gibberellins, and cytokinins during bud break in pecan. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 108, p.333-338, 1983.
- YOUNG, E.; OLCOTT-REID, B. Siberian C rootstock delays bloom of peach. **J. Amer. Hort. Sci.** 104, p.178-181, 1979.
- ZECCA, A.G.D. **Abortamento floral de pereira em algumas localidades do Brasil, Uruguai e Argentina: fatores climáticos e anormalidades nas gemas**. Pelotas, 2004. – 126 f. Tese (Doutorado). Fruticultura de Clima Temperado. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2004.

#### 4. DORMÊNCIA DAS CULTIVARES DE PEREIRA 'PACKHAM'S TRIUMPH' E 'ABATE FETEL', ENXERTADAS NOS MARMELEIROS 'ADAMS' E 'EMC'

**RESUMO** - O cultivo da pereira no Sul do Brasil passa por profundas transformações e tem-se mostrado produtivo, basicamente devido a uma boa muda, porta-enxertos de marmeleiro, aliado a um conjunto de práticas fitotécnicas. O conhecimento da dormência, ao menos das principais cultivares, pode contribuir para a melhoria do cultivo em regiões com moderado a baixo acúmulo de frio. Sabe-se que as plantas somente retomam o crescimento normal na primavera se tiveram a dormência superada. O objetivo deste estudo foi o de determinar a dinâmica da dormência das cultivares Packham's Triumph e Abate Fetel, enxertadas em porta-enxertos de marmeleiros Adams e EMC. A dinâmica da dormência foi avaliada por duas estações de repouso (2005 e 2006), em pomar comercial, em Vacaria-RS. Os ramos das combinações de copa/porta-enxerto foram coletados em intervalos regulares e, posteriormente, foram submetidos ao "teste de estacas de nós isolados". Esse teste possibilita estimar a capacidade de crescimento ou o estado de inércia das gemas, expresso em tempo médio de brotação (TMB). Após o pico de TMB, a ocorrência de frio altera de forma marcante a intensidade de dormência das gemas apicais, e mais lentamente as gemas axilares ou laterais. As gemas apicais apresentam maior dormência comparada às laterais, as quais praticamente não alteram seu estado de inércia durante o outono e inverno. Além disso, o nível de inércia entre as gemas apicais e laterais equivalem-se somente próximo a época de brotação. A cv. Abate Fetel possui maior profundidade de dormência nas gemas apicais do que a cv. Packham's Triumph. Os porta-enxertos de marmeleiros EMC e Adams não alteram a dinâmica de dormência tanto na cultivar Packham's Triumph como na Abate Fetel. Com base nos dados de tempo médio de brotação, conclui-se que ambas cultivares (Abate Fetel e Packham's T.) chegam ao final do inverno aptas à brotar, demonstrando adaptação às condições climáticas e de cultivo na região de Vacaria-RS.

**Termos para indexação:** *Pyrus*, *Cydonia oblonga*, Tempo Médio de Brotação, endodormência, paradormência, inverno ameno

#### DORMANCY OF THE PEAR TREES 'PACKHAM'S TRIUMPH' AND 'ABATE FETEL' GRAFTED ON THE QUINCES 'ADAMS' AND 'EMC'

**ABSTRACT** – Pear tree cultivation in the Southern region of Brazil has been productive basically due to good quality nursery plants, quince rootstocks and adequate orchard management. The knowledge of dormancy of the main pear tree cultivars contributes to the improvement on their cultivation in regions with moderate to low chill hours accumulation. It is known that plants have normal growth in the spring when their dormancy is released. The objective for this study was to determine the dormancy of pear trees 'Packham's Triumph' and 'Abate Fetel' grafted on the quinces 'Adams' and 'EMC'. The dormancy of these plants was evaluated during the autumn and winter in a commercial orchard at Vacaria-RS, where stems were monthly collected in 2005 from May to September and in 2006 from May to August. The stems were submitted to the 'biological test' of 'single node cuttings', which allows estimating the growth capacity of the buds expressed in average time for budburst (TMB). The intensity of dormancy is higher on apical buds than on lateral and axillary buds until the growth season (then they equalize). The cv. 'Abate Fetel' has higher dormancy in apical buds as compared to cv. 'Packham's Triumph'. The quince rootstocks Adam's and EMC didn't modify the dynamic of dormancy of the Packham's Triumph and Abate Fetel scions. It was concluded that both scions ('Packham's Triumph' and 'Abate Fetel') are able to sprout in the end of winter, and they demonstrate adaptation to the climatic and cultivation conditions in Vacaria-RS.

**Index words:** *Pyrus*; *Cydonia oblonga*; mean time for budburst (TMB); endodormancy; paradormancy; mild winter

#### 4.1. INTRODUÇÃO

Como todas as frutíferas de clima temperado, as pereiras (*Pyrus* sp.) precisam passar por um período de dormência, necessário para suportar o inverno e retomar o crescimento na primavera. Essa fase é caracterizada pela suspensão temporária do crescimento visível de alguma estrutura das plantas contendo um meristema (Lang, 1987). Com a chegada das baixas temperaturas e da redução do fotoperíodo, as plantas limitam ou cessam seu crescimento a fim de sobreviver a períodos de escassez de água ou de baixas temperaturas durante o inverno. Nessa fase, as atividades metabólicas não cessam inteiramente, pois atividades essenciais continuam a ocorrer, embora com intensidade reduzida (Petri et al., 1996).

Os fatores de controle da entrada e saída em dormência podem ser classificados como endógenos e exógenos. Dentre os fatores endógenos, destacam-se os hormonais, nutricionais e genéticos; em relação aos fatores exógenos está a temperatura, o fotoperíodo e disponibilidade hídrica. De acordo com Heide & Prestrud (2005), o frio é o principal fator tanto para a indução como para a superação da dormência. Os autores verificaram também que, no caso de macieira e pereira, não há efeito da redução do fotoperíodo na parada de crescimento e indução da dormência.

Em plantas frutíferas perenes, quando cultivadas em regiões marginais, o maior conhecimento do processo de dormência é importante para entendimento da performance de diferentes cultivares nesses ambientes. Sabe-se que as condições ambientais afetam profundamente a brotação, a floração, o enfolhamento bem como a produção de frutas. De acordo com Petri et al. (2001), as condições climáticas de outono e inverno no Sul do Brasil variam de ano para ano, principalmente em relação à temperatura, proporcionando, em alguns anos, invernos amenos que afetam a saída da dormência na maioria das cultivares de pereira.

De modo geral, das frutíferas de clima temperado, a pereira talvez seja a que mais apresentou problemas de adaptação, e poucos estudos têm sido conduzidos para compreender como se dá a dinâmica da dormência nas condições sul-brasileiras. Dos problemas de adaptação, destaca-se especialmente a falta de frio suficiente para satisfazer a dormência e as oscilações bruscas de temperaturas durante o inverno. A falta de frio, além de ocasionar brotação deficiente, tem sido relacionado ao aumento do abortamento de gemas florais em pereira (Petri et al., 2000; Petri & Herter, 2002;

Honjo, 1997; Herter et al., 1994). Esses problemas resultam em atraso na entrada em produção, pouca frutificação e, conseqüentemente, baixa produtividade.

Contudo, nos últimos anos tem havido mudanças importantes no sistema de produção da pereira nas regiões produtoras, como em Vacaria-RS. Uma delas é o uso de porta-enxertos de marmeleiro (*Cydonia oblonga* Mill.), em substituição aos do gênero *Pyrus*, que demoram a entrar em produção e resultavam em plantas vigorosas e difíceis de serem manejadas. De modo geral, nessa região tem sido verificada boa produtividade, especialmente nos pomares mais tecnificados. Contudo, pouco se conhece sobre a influência dos porta-enxertos sobre a dinâmica da dormência nas cultivares copas.

Portanto, o objetivo desse estudo foi acompanhar, durante o outono e inverno, a dinâmica da dormência em duas cultivares de pereira, Packham's Triumph e Abate Fetel, em dois porta-enxertos de marmeleiros, Adams e EMC, em pomar conduzido com alta tecnologia, em Vacaria-RS, nos anos de 2005 e 2006.

#### **4.2. MATERIAL E MÉTODOS**

O estudo foi realizado em pomar comercial em produção, pertencente a Empresa Frutirol Agrícola, localizado em Vacaria-RS (28°30'S; 55°47'W). Utilizou-se as cvs. Packham's Triumph e a cv. Abate Fetel enxertadas sobre os marmeleiros Adams e EMC. As frutíferas foram plantadas no viveiro no inverno de 1999, posteriormente enxertadas. As mudas foram transferidas para o campo no inverno de 2000, em espaçamento 3 x 0,33 m, conduzidas no sistema de palmeta e irrigadas por gotejamento.

O pomar está localizado à cerca de 950 m de altitude. O clima da região é do tipo Cfb, segundo Köppen, temperado úmido e com temperatura média anual de 15,5 °C. A precipitação média anual é de 1400 mm, e a UR de 79%. O somatório médio de horas de frio abaixo de  $\leq 7,2$  °C é de aproximadamente 800 horas (maio a setembro). O relevo é suave ondulado, e o solo é do tipo LATOSSOLO BRUNO Alumínico Câmbico, geralmente profundo, moderadamente drenado, argiloso e fortemente ácido.

Foram selecionados três blocos aleatórios de 15 plantas para cada combinação copa/porta-enxerto. As amostras de ramos foram coletadas mensalmente em Vacaria-RS, durante o outono e inverno de 2005 e 2006. Em cada época avaliada, coletou-se aleatoriamente, na parte mediana de cada planta, 15 ramos de um ano, com aproximadamente 30-35 cm de comprimento, de cada combinação. Os ramos amostrados foram acondicionado em caixas térmicas com gelo durante o transporte até

Pelotas-RS, onde foram submetidos ao teste para a determinação da profundidade de dormência. Nas plantas selecionadas não foi utilizado agente químico para quebra de dormência.

Os ramos foram submetidos ao “teste de estacas de nós-isolados” ou “teste biológico” (Rageau, 1978; Herter et al., 1992; Herter et al., 2001) para a determinação do Tempo Médio de Brotação (TMB), que é o número de dias passados entre a instalação do experimento em cada época e a detecção do estágio de ponta verde (PV). Os ramos de cada tratamento foram seccionados em pequenas estacas ( $\pm 8$  cm) contendo uma única gema na parte terminal. As estacas sem a gema apical tiveram a extremidade superior da estaca parafinada, a fim de prevenir a desidratação. Em seguida, todas as estacas foram colocadas em bandejas apropriadas, com a base das estacas em água, e mantidas em fitotron a  $23\pm 1^\circ\text{C}$  e fotoperíodo de 16 horas, em luz com aproximadamente 2000 lux, a fim de induzir a brotação para efetuar o cálculo do TMB. Avaliações da fenologia foram realizadas três vezes por semana, sendo que as gemas foram consideradas brotadas quando apresentaram o estágio de ponta verde. Através deste teste é possível obter o TMB (Tempo Médio de Brotação) e estimar o grau de inércia das gemas.

**Experimento 1.** Determinação da dinâmica da dormência durante o período de repouso no ano de 2005. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com três repetições, sendo cada unidade experimental constituída de cinco plantas. A unidade de observação foi um ramo contendo gemas apical e laterais. O delineamento de tratamentos foi um fatorial  $2 \times 2 \times 2 \times 5$ , sendo os fatores: (A) Cultivar copa, com dois níveis: Abate Fetel e Packham's Triumph; (B) Porta-enxerto, com dois níveis: marmeleiros Adams e EMC; (C) Posição da gema, com dois níveis: apical e lateral; e (D) Época de Coleta, com cinco níveis: 04/05; 01/06; 30/06; 27/07 e 02/09/05. A variável analisada foi o Tempo Médio de brotação (TMB). Os dados de TMB foram transformados pela equação  $\sqrt{x + 1}$ .

**Experimento 2.** Determinação da dinâmica da dormência durante o período de repouso no ano de 2006. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com três repetições, sendo cada unidade experimental constituída de cinco plantas. A unidade de observação foi um ramo contendo gemas apical e laterais. O delineamento de tratamentos foi um fatorial  $2 \times 2 \times 2 \times 4$ , sendo os fatores: (A) Cultivar copa, com dois

níveis: Abate Fetel e Packham's Triumph; (B) Porta-enxerto, com dois níveis: marmeleiros Adams e EMC; (C) Posição da gema, com dois níveis: apical e lateral; e (D) Época de Coleta, com quatro níveis: 25/05; 10/07; 03/08 e 25/08/06. A variável analisada foi o Tempo Médio de brotação (TMB). Os dados de TMB foram transformados pela equação  $\sqrt{x + 1}$ .

Os dados foram analisados estatisticamente pelo programa SANEST (Zonta & Machado, 1984) e a comparação entre as médias de tratamentos foram feitas pelo teste Duncan, ao nível de 5% de significância. Para as épocas de coleta foram realizadas análise de regressão polinomial. Também foram realizadas análises de correlação entre o Tempo Médio de Brotação (TMB) e o acúmulo de frio (em Unidades de Frio, acumuladas em cada época de coleta). Os dados climáticos utilizados neste estudo foram os registrados pela empresa Frutirol, e estão representados nas figuras 7 e 8.

#### 4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o experimento de 2005, a análise de variação e os testes de significância, para a variável tempo médio de brotação (TMB), indicaram que os efeitos principais para os fatores cultivar, posição da gema e época de coleta foram altamente significativos ( $P < 0,01$ ), e para o fator porta-enxerto significativo ( $P < 0,05$ ). Houve variação altamente significativa ( $P < 0,01$ ) para as interações cultivar x posição da gema, cultivar x coleta e posição x coleta (Apêndice 1A). Para o ano de 2006, a análise de variação e testes de significância foi semelhante, exceto pelo fato de não ter sido significativo o efeito do fator porta-enxerto (Apêndice 2A).

Considerando todas as posições de gema, coletas e porta-enxertos, o TMB foi estatisticamente superior na cv. Abate Fetel do que na Packham's Triumph, tanto em 2005 como em 2006 (Tabela 1). Os dados obtidos em 2005 e 2006 permitiram verificar que a cultivar Abate Fetel tem maior profundidade de dormência das gemas apicais do que a cultivar Packham's Triumph. No ano de 2005, o TMB máximo obtido na Packham's Triumph foi 55 dias, contra mais de 130 dias para a cultivar Abate Fetel (Figura 1). No ano seguinte, em 2006, essa diferença quanto ao TMB entre as cultivares foi bem menor, mas novamente a Abate Fetel teve maior TMB (Figura 2). Em função desse comportamento, é possível perceber que o estado de inércia das gemas apicais na cv. Abate Fetel é maior do que na cv. Packham's Triumph. Sabe-se que quanto maior o

TMB, maior o estado de inércia das gemas e, portanto, maior a profundidade de dormência.

O aumento ou decréscimo no tempo médio de brotação (TMB) durante o período reflete o estado de inércia das gemas dos genótipos em estudo. Quanto ao nível de dormência, esta pode ser profunda, correspondente a altos TMB, ou leve, correspondente a valores baixos de TMB. A fase mais profunda da dormência é caracterizada por um pico de TMB (Dreyer & Mauget, 1986). O teste de estacas de nós-isolados não permite determinar a exigência em frio, mas possibilita comparar o requerimento, em determinado momento, de diferentes materiais vegetais. Putti et al. (2003), trabalhando com diferentes cultivares de macieira, concluíram que o 'teste de estacas de nós-isolados' permite fazer comparação da profundidade de dormência entre cultivares. Os autores também verificaram que a percentagem de brotação foi menor nas cultivares de maior exigência em frio, por outro lado, o contrário ocorreu nas cultivares menos exigentes. Concluíram ainda que o maior ou menor tempo médio de brotação pode estar relacionado não somente a exigência em frio, mas também as exigências térmicas para a brotação.

Também houve diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre os porta-enxertos no ano de 2005, sendo a média geral do TMB maior no porta-enxerto EMC comparado ao Adams. Porém, isso não foi confirmado em 2006 (Tabela 1). De modo geral, quando enxertada em EMC, as cvs. Packham's Triumph e Abate Fetel foram ligeiramente mais dormentes em comparação as plantas enxertadas em Adams, nos dois anos de estudo, tanto em gemas apicais como laterais (Figuras 1 e 2). Assim, devido a inconsistência desse resultado não foi possível comprovar diferenças no TMB induzidas pelos porta-enxertos. Em relação a esse resultado, um aspecto a ser considerado é que os porta-enxertos utilizados possuem características semelhantes, ambos são marmeleiros e de baixo vigor, sendo o EMC mais ananizante que o Adams. Além disso, quando ocorre maior quantidade de frio (como em 2006) a tendência é que ocorra um nivelamento da brotação entre os genótipos. Portanto, não podemos afirmar nesse caso que o porta-enxerto alterou a dinâmica da dormência, mas sim que os marmeleiros EMC e Adams, de baixo vigor, induzem a semelhante dinâmica de dormência nas cultivares copa de Packham's Triumph e Abate Fetel.

Nos dois anos de estudo, houve diferença estatística altamente significativa no TMB para a posição da gema no ramo, ou seja, entre a média geral das gemas apicais e laterais (Tabela 2). Observa-se, na figuras 1 e 2, que as gemas apicais apresentam maior

estado de inércia que as laterais, para todas as combinações copa/porta-enxerto. Portanto, as gemas apicais possuem maior intensidade de inércia, apresentando comportamento semelhante às gemas laterais somente próximo à brotação, evidenciando que ambas possuem diferente dinâmica de dormência.

Esses dados estão de acordo com o encontrado por Herter et al. (1988), avaliando a dormência em três cultivares de macieira no Sul do Brasil, em que as gemas apicais também tiveram maior TMB do que as gemas laterais. Na França, Mauget & Rageau (1988) também verificaram em macieira, através da quantificação do TMB, pelo método de “estacas de nós-isolados”, que há uma grande diferença na dinâmica das gemas apicais e laterais. No referido estudo, as apicais apresentaram claro pico de dormência no inverno, enquanto que as gemas laterais tiveram um nível de dormência muito mais baixo, e variam muito pouco ao longo tempo. Enquanto as gemas apicais da cv. Golden Delicious atingiram TMB próximo a 125 dias, as gemas laterais atingiram apenas 20-22 dias.

De acordo com Herter et al. (1992), no caso de pomáceas como a macieira e pereira, as gemas terminais exercem um importante papel no controle da dormência, limitando o crescimento das gemas laterais. Portanto, para a manutenção desse mecanismo, em condições de campo, as gemas laterais somente brotam após as gemas apicais. Se não houvesse esse mecanismo, as gemas laterais facilmente brotariam e a planta não estaria preparada para enfrentar o inverno. Para Saure (1985) sobre certas condições de frio limitado, as gemas terminais em ramos intactos podem quebrar a dormência mais facilmente do que as gemas laterais. Assim, é aceito que as gemas laterais possuem maior requerimento em frio para que a dormência seja quebrada. Na verdade, o que ocorre é a inibição da brotação pela gema apical. Portanto, a brotação das gemas laterais, que na verdade tem um requerimento mais baixo, somente vão brotar depois que as gemas apicais tenham brotado. Ryugo (1993), demonstrou que a dominância apical é um fenômeno imposto pela auxina, a qual é sintetizada na gema terminal e, por transporte polar, disponibilizando às demais gemas axilares níveis supraótimos de auxina, mantendo-as em dormência. A medida que o nível de auxina se reduz, durante o transporte basípeto, as gemas inferiores retomam o crescimento.

Em estudo sobre a paradormência em pereira, Bianchi et al. (2000) verificaram que as gemas apicais (de ramos curtos e longos) tem TMB maior do que em gemas laterais de ramos longos, em cultivares de origem asiáticas (Housui e Nijisseiki). Os

autores destacam que as gemas laterais, com dormência menos profunda, estão com a brotação condicionada às gemas apicais, ou seja, estão em inibição correlativa.

Verificou-se no presente estudo que as gemas laterais, diferentemente das apicais, possuem um estado de inércia baixo, caracterizando uma dormência superficial. É possível perceber que as gemas laterais praticamente não mudam sua dinâmica de dormência ao longo do período estudado, ou seja, durante o outono sob paradormência, quanto no inverno, mantiveram praticamente o mesmo comportamento (Figuras 1 e 2). Portanto, as gemas laterais não apresentam endodormência, sendo, portanto, inibidas de crescer pela inibição correlativa e pelas limitações ambientais. Ainda, nota-se que as gemas laterais respondem mais lentamente ao acúmulo de frio, reduzindo gradualmente o TMB, ao longo do período de repouso (Tabelas 3 e 4). Esse resultado está de acordo com o obtido por Herter et al. (2001), em que o TMB das gemas laterais da cv. Carrick praticamente não foi influenciado pelo tempo de exposição ao frio. Também está em concordância com Mauget & Rageau (1988), em que as gemas laterais não respondem ao frio do mesmo modo que as apicais.

Ocorreram também diferenças altamente significativa entre as diferentes épocas de coleta de ramos (Tabelas 3 e 4). O máximo da inibição do crescimento das gemas apicais, ou maior estado inercial dessas gemas, foi verificado ainda durante o outono em todas as combinações copa/porta-enxertos, nos dois anos de estudo (Figuras 1 e 2). Esse maior estado de inércia das gemas foi durante a paradormência, marcada pela forte dominância apical, que inibe o crescimento das gemas laterais. Nas gemas apicais, a medida que avança a estação e aumenta a ocorrência e o acúmulo de frio, há uma redução gradual e contínua da intensidade de dormência.

Analisando o comportamento do TMB das diferentes combinações copa/porta-enxerto, nos dois anos de estudo percebe-se que há diferenças marcantes na intensidade de inércia das gemas, sendo que houve em geral maior TMB no ano de 2005. Nesse ano, por exemplo, a cv. Abate Fetel chegou a apresentar TMB próximo a 140 dias (Figura 1). Essa diferença no TMB entre anos pode ser explicado pelo fato de que em 2006 o frio chegou mais cedo, ainda em abril, e quando foram amostrados os ramos, no início de maio, o TMB já estava decrescendo (Figura 2). Provavelmente, se as coletas tivessem começado ainda em março, evidenciariam, mais claramente, o maior TMB para as gemas da cv. Abate Fetel. Além disso, 2006 foi um ano mais frio que o anterior, acumulando cerca de 1500 unidades de frio (UF), contra cerca de 800 UF em 2005.

Portanto, conforme já mencionado, o estado de inércia não foi o mesmo de um ano para outro porque as condições de temperatura também não foram as mesmas, principalmente em relação ao acúmulo de frio, conforme sustentado por Mauget (1990). Sabe-se que o frio exerce importante efeito sobre a intensidade de dormência das gemas. Conforme verificado no presente estudo, a medida que há maior ocorrência de frio há a permanente redução da dormência, evidenciada pela redução no TMB, principalmente nas gemas apicais (Figuras 1 e 2). De acordo com Putti et al. (2003; 2003b), em macieira o tempo médio de brotação diminui a medida que ocorre maior acúmulo de unidade de frio. Corroborando com esse resultado, Herter et al. (2001) trabalhando com a cultivar Carrick, identificou que o estado inercial das gemas diminuiu com o aumento do número de horas de frio a que foram submetidas.

Em nosso estudo, as análises de correlação entre o TMB e o acúmulo de frio foram altamente significativas para dois anos. Em 2005, apresentaram coeficientes de correlação  $r = -0,68$  para as gemas apicais e  $r = -0,66$  para as gemas laterais. Em 2006, os coeficientes de correlação foram de:  $r = -0,88$  (apicais) e  $r = -0,60$  (laterais). Portanto, há uma alta correlação negativa, indicando que quanto maior o acúmulo de frio menor é o tempo médio de brotação, o que comprova o efeito do frio na superação da dormência.

Mauget (1990) verificou que em ano com maior acúmulo de frio a dormência foi mais profunda, com maior valor de TMB. Porém, no nosso caso houve o contrário, no ano mais frio (2006) o nível de dormência foi menor. Isso porque as plantas atingiram o pico de TMB ainda em meados do outono, antes mesmo da chegada do frio. A medida que ocorreram temperaturas mais baixas houve a conseqüente redução no TMB.

Em noqueira européia (*Juglans regia*), na França, de acordo com Mauget (1990), há um rápido aumento do TMB durante o outono (na chegada da dormência), atingindo o pico de dormência no início do inverno (endodormência). A partir daí, começa a haver um rápido decréscimo do TMB (superação da dormência), em seguida o TMB decresce mais lentamente até a brotação, no final do inverno e início da primavera. Segundo Balandier et al. (1993), com a obtenção ou plotagem da curva de endodormência se pode determinar o ponto correspondente ao fim da endodormência para cada situação em estudo.

A fase do repouso durante o qual o crescimento de um órgão é inibido pela ação de outro é chamado de paradormência, que é sinônimo de inibição correlativa. Nessa fase, o controle do crescimento envolve um sinal que é captado por outra estrutura que

não aquela em que a dormência vai se manifestar. A supressão desse órgão permite o retorno ao crescimento. A fase de paradormência ou inibição correlativa normalmente não requer frio. Em geral, a paradormência começa no final da estação de crescimento, enquanto que a endodormência geralmente começa após a queda de folha. Na endodormência, as gemas estão naturalmente dormentes e não simplesmente reprimidas por outro órgão ou condições ambientais. Nessa condição, o controle do crescimento é percebido pela estrutura em que a dormência é manifestada, e nessa fase requer frio (Faust et al., 1995). Os dados de campo obtidos em Vacaria-RS, mostram que a queda das folhas ocorreu entre 15-25/06/05 para a cv. Packham's e entre 20/06 a 02/07/06 para a cv. Abate Fetel. No ano de 2006 a queda de folhas ocorreu mais cedo (Figura 2).

Nas nossas condições, o estado de inércia é máximo ainda no outono, quando as plantas ainda estão com folhas, decrescendo gradualmente durante o inverno até a brotação, por ação principalmente das baixas temperaturas. Herter et al. (1988), estudando a dormência em três cultivares macieira em Pelotas-RS, no Sul do Brasil, evidenciou que a macieira apresentou comportamento clássico, identificando as sucessivas fases da dormência, como ocorre em regiões temperadas. Os autores verificaram que a cv. Fuji teve máxima dormência apical em meados de junho, quando precisou cerca de 60 dias para brotar. No presente trabalho, verificou-se que a pereira tem comportamento diferente, com dormência mais profunda ainda em meados do outono. Carvalho & Alves (2007), trabalhando com caquizeiro no Sul do Brasil encontraram maior TMB ainda em maio, época em que ainda não havia ocorrido baixas temperaturas. Os autores atribuíram o elevado TMB ao efeito do fotoperíodo e à presença de folhas. As gemas de pessegueiro também apresentam dormência mais intensa no começo de maio (Oliveira-Filho & Carvalho, 2003) enquanto que gemas de macieira tem dormência mais profunda em junho (Carvalho & Zanette, 2004). Carvalho & Alves (2007) sugerem que esses resultados são um indicativo de que a época de dormência mais profunda varia entre as espécies frutíferas de clima temperado quando cultivadas em regiões de baixa ocorrência de frio.

Em frutíferas caducifólias, que possuem um determinado requerimento em frio, a dinâmica da dormência é altamente dependente do regime de temperaturas durante o inverno. Atualmente, diante dos efeitos do aquecimento global, com o aumento da temperatura do ar e da temperatura média no inverno, torna-se importante mais investigações sobre o funcionamento da dormência nos mais diferentes ambientes. Esse processo deve levar a redução das horas de frio e aumento na temperatura, repercutindo

na fisiologia das plantas, alterando, por exemplo, a data de brotação e floração. Essas mudanças climáticas tornam-se mais impactantes nas regiões que já tem baixo acúmulo de frio.

Os dados apresentados em nosso estudo, evidenciam que as plantas de pereira das diferentes combinações copa/porta-enxerto, em pomar conduzido com bom nível de tecnologia, em Vacaria-RS, chegam ao final do período de repouso com boa capacidade de brotar, o que foi comprovado em condições de campo.

#### 4.4. CONCLUSÕES

1. Após o pico de TMB, a ocorrência de frio reduz de forma marcante a intensidade de dormência das gemas apicais, e mais lentamente as gemas axilares ou laterais.
2. As gemas apicais apresentam maior dormência comparada às laterais, as quais praticamente não alteram seu estado de inércia durante o outono e inverno, sendo que os níveis de inércia entre as gemas apicais e laterais equivalem-se somente próximo a época de brotação.
3. A cv. Abate Fetel possui maior profundidade de dormência nas gemas apicais do que a cv. Packham's Triumph.
4. Os porta-enxertos de marmeleiros EMC e Adams não alteram a dinâmica de dormência tanto na cultivar Packham's Triumph como na Abate Fetel, nas condições de Vacaria-RS.
5. Com base nos dados de tempo médio de brotação, ambas cultivares (Abate Fetel e Packham's Triumph) chegam ao final do inverno aptas à brotar, demonstrando adaptação às condições climáticas e de cultivo na região de Vacaria-RS.

#### 4.5. REFERÊNCIAS

- BALANDIER, P., GENDRAUD, M. RAGEAU, R., BONHOMME, M., RICHARD, J.P., PARISOT, E. Bud break delay on single node cuttings and bud capacity for nucleotide accumulation as parameters for endo and paradormancy in peach trees in tropical climate. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.55, p.249-321, 1993.
- BIANCHI, V.J.; ARRUDA, J.J.P.; CASAGRANDE, J.G.; HERTER, F.G. Estudo da paradormência em pereira por meio do método biológico. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v.22, n.2, p. 294-296, 2000.
- CARVALHO, R.I.N.; ZANETTE, F. Dinâmica da dormência de gemas de dois anos de macieira 'Imperial Gala' em região de baixa ocorrência de frio. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v.26, n.3, p.392-394, 2004.

- CARVALHO, R.I.N.; ALVES, M.C.A. Intensidade de dormência das gemas de quaquizeiro 'Fuyo' no período de outono e inverno na região de Fazenda Rio Grande-PR. **Rev. Bras. Agrobiociências**, Pelotas, v.13, n.1, p.35-38, jan/mar 2007.
- DREYER, E. & MAUGET, J.C. Variabilité du niveau de dormance des bourgeons végétatifs suivant les types de rameau d'une couronne de noyer (*Juglans regia* L.): comparaison des cultivars Franquette et Pedro. **Agronomie**, v.6, n.5, p.427-435, 1986.
- FAUST, M.; LIU, D.; WANG, S.Y.; STUTTE, G.W. Involvement of apical dominance in winter dormancy of apple buds. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 395, p. 47-56, 1995.
- 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**, n. 25, p. 109-114, 2005.
- HERTER, F. G.; RASEIRA, M. do C. B.; NAKASU, B. H. Época de abortamento de gemas florais em pereira e sua relação com temperatura ambiente, em Pelotas - RS. **Rev. Bras. Frutic.**, Cruz das Almas, v.16, n.1, p.108-114, 1994.
- HERTER, F.G.; FINARDI, N.L.; MAUGET, J.C. Dormancy development in apple trees cvs. Gala, Golden and Fuji, in Pelotas, RS. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 232, p.109-115, 1988.
- HERTER, F.G.; MACHADO, L.B.; OLIVEIRA, M.F.; SILVA, J.B. Efeito do frio na brotação de gemas de pereira (*Pyrus communis* L.) cv. Carrick, em Pelotas, RS. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal-SP, v. 23, n. 2, p. 261-264, 2001.
- HERTER, F.G.; RAGEAU, R.; BONHOMME, M.; MAUGET, J.C. Determinação do término da dormência e floração para algumas cultivares de macieira: comparação entre método biológico e empírico. **Rev. Bras. Frutic.**, Cruz das Almas, v. 14, n.1, p.77-81, 1992.
- HONJO, H. Agrometeorological studies on the applicability for a few models for deciduous fruit trees related to winter dormancy and flower bud abortion in Japanese pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai). **Report of the Research Projects on Small-Scale Horticulture in Southern Brazil**. EMBRAPA – Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado. Pelotas-RS, 36p. 1997.
- LANG, G.A. Dormancy: A new universal terminology. **HortScience**, Alexandria, v.22(5), October, 1987.
- MAUGET, J.C. Bud dormancy development in the cold-deprived walnut tree (*Juglans regia* L.). **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.279, p.303-310, 1990.
- MAUGET, J.C.; RAGEAU, R. Bud dormancy and adaptation of apple tree to mild winter climates. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.232, p.101-108, 1988.
- OLIVEIRA-FILHO, P.R.C.; CARVALHO, R.I.N. Dinâmica da dormência em gemas de pessegueiro das variedades Eldorado e Ágata. **Revista Acadêmica: Ciências e Ambientais**, Curitiba, v., n.1, p.41-46, jul./set., 2003.
- PETRI, J. L.; LEITE, G. B.; YASUNOBU, Y. Incidência e fatores do abortamento de gemas em pereira japonesa (*Pyrus* spp.). In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, n.16, 2000, Fortaleza, CE. **Resumos...** Fortaleza: SBF, 2000, p.519.
- PETRI, J. L.; PALLADINI, L. A.; SCHUCK, E.; DUCROQUET, J. P.; MATOS, C. S.; POLA, A. C. **Dormência e indução da brotação de fruteiras de clima temperado**. Florianópolis: EPAGRI, 1996. 110 p. (Boletim Técnico, 75).
- PETRI, J.L.; HERTER, F.G. Nashi pear (*Pyrus pyrifolia*) dormancy under mild temperate climate conditions. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.587, p.353-361, 2002.
- PETRI, J.L.; LEITE, G.B.; FAORO, I.D. Tratos culturais. In: EPAGRI. **Nashi, a pêra japonesa**. Florianópolis: Epagri/Jica, 2001. Cap. 7, p. 195-210.

- PUTTI, G. L.; PETRI, J. L.; MENDEZ, M. E. Efeito da intensidade do frio no tempo e percentagem de gemas brotadas em macieira. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v.25, n.2, p.199-202, 2003.
- PUTTI, G.L.; PETRI, J.L.; MENDEZ, M.E. Temperaturas efetivas para a dormência da macieira (*Malus domestica* Borkh). **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v.25, n.2, p.210-212, 2003b.
- RAGEAU, R. Croissance et débourrement des bourgeons végétatifs de pêcher (*Prunus persica* L. Batsch) au cours d'un test classique de dormance. **C. R. Acad. Sci., Sér. D: Sci. nat.**, 287: 1119-1122, 1978.
- RYUGO, K. **Fruticultura – ciencia y arte**. México, D.F.: AGT, 1993. 460 p.
- SAURE, M.C. Dormancy release in deciduous fruit trees. **Hortic. Rev.**, v.7, p.239-287, 1985.
- ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A. **SANEST - Sistema de análise estatísticas para microcomputadores**. Pelotas-UFPel, 1984, 75p.

## Tabelas e Figuras

**TABELA 1.** Tempo Médio de brotação (TMB) considerando todos os tipos de gemas e coletas, para duas cultivares e dois porta-enxertos, em Vacaria-RS, em 2005 e 2006. PPGA/UFPel – Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2008.

Cultivar copa	TMB (dias) 2005	TMB (dias) 2006
Packham's Triumph	20,86 Bb	14,43 Bb
Abate Fetel	35,41 Aa	18,10 Aa
<b>Porta-enxerto</b>		
Adams	26,48 Ab	15,84 Aa
EMC	28,89 Aa	16,60 Aa
Média	27,91	16,24
CV (%)	10,62	7,94

Na coluna, médias seguidas de mesma letra maiúscula, e minúscula, não diferem entre si pelo teste de Duncan à  $\alpha=0,01$  e  $\alpha=0,05$ , respectivamente.

**TABELA 2.** Tempo Médio de Brotação (TMB) por tipo de gema, considerando todas as coletas, para as cultivares Packham's Triumph e Abate Fetel, independente do porta-enxerto, em Vacaria-RS, em 2005 e 2006. PPGA/UFPel – Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2008.

CULTIVAR	POSIÇÃO DA GEMA (2005)		POSIÇÃO DA GEMA (2006)	
	Apical	Lateral	Apical	Lateral
Packham's Triumph	26,63 bA	15,76 aB	17,06 b	12,01 a
Abate Fetel	64,90 aA	14,60 aB	25,07 a	12,21 a
Média de posição	45,77 A	15,18 B	21,07 A	12,11 B
CV (%)	10,62		7,94	

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula na linha, em cada ano, não diferem entre si pelo teste de Duncan ( $\alpha=0,01$ ).

**TABELA 3.** Tempo Médio de Brotação (TMB) por época de coleta, para as cultivares Packham's Triumph e Abate Fetel, e posições apical e lateral, independente do porta-enxerto, em Vacaria-RS, 2005. PPGA/UFPel – Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2008.

Cultivar	Época de Coleta				
	04/Mai	01/Jun	30/Jun	27/Jul	02/Set
Packham's T.	31,32 b	27,91 b	19,56 b	17,27 b	11,29 a
Abate Fetel	57,76 a	54,83 a	43,16 a	22,09 a	11,82 a
<b>Posição</b>					
Apical	80,35 a	74,31 a	51,85 a	24,25 a	12,27 a
Lateral	17,76 b	16,40 b	14,28 b	15,44 b	10,86 a
Média	46,80	43,36	32,21	19,76	11,56

CV (%)=10,62

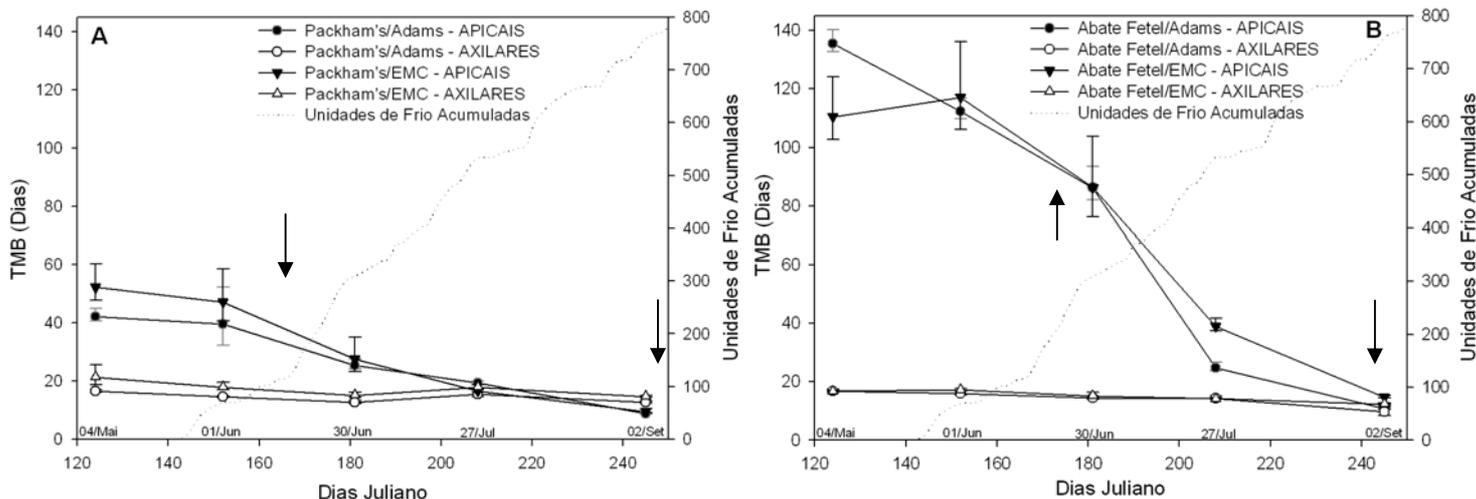
Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan ( $\alpha=0,05$ ).

**TABELA 4.** Tempo Médio de Brotação (TMB) por época de coleta, para as cultivares Packham's Triumph e Abate Fetel, e posições apical e lateral, independente do porta-enxerto, em Vacaria-RS, 2006. PPGA/UFPel – Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2008.

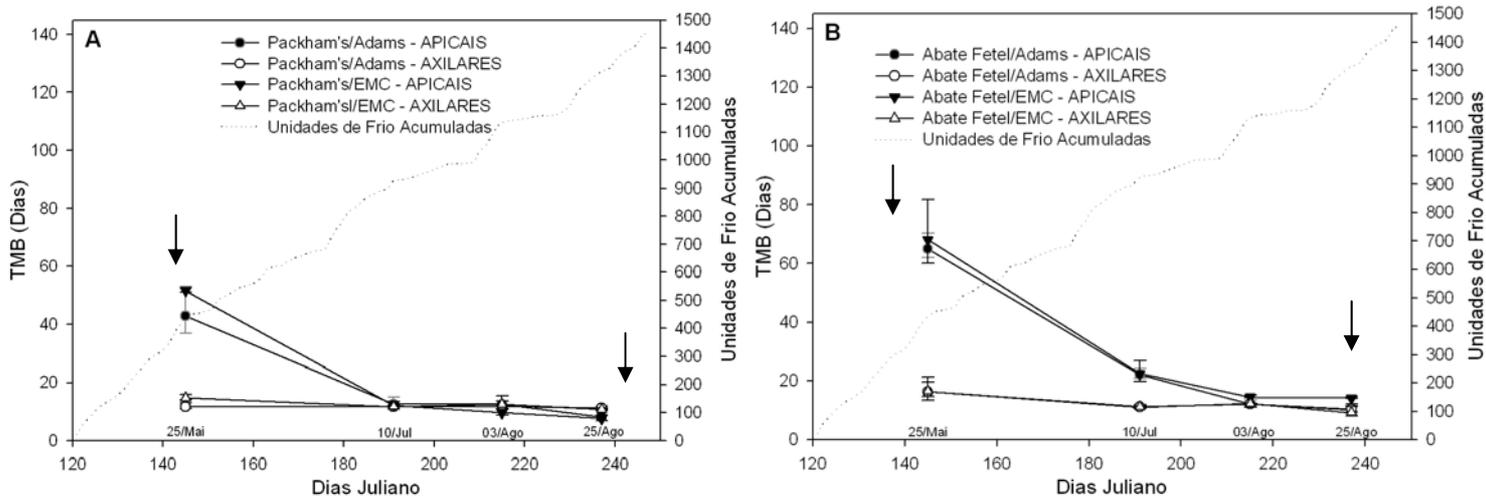
Cultivar	Época de Coleta			
	25/Mai	10/Jul	03/Ago	25/Ago
Packham's T.	27,62 b	11,98 b	11,56 a	9,35 a
Abate Fetel	37,13 a	16,24 a	12,73 a	10,90 a
<b>Posição</b>				
Apical	56,25 a	16,91 a	12,10 a	9,84 a
Lateral	14,66 b	11,41 b	12,18 a	10,38 a
Média	33,92	14,14	12,14	10,12

CV (%)= 7,94

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



**FIGURA 1.** Tempo Médio de Brotação (TMB) em dias, das cultivares Packham's Triumph (A) e Abate Fetel (B), em Vacaria-RS, 2005. Desvio padrão: acima; Erro padrão: abaixo. Setas indicam: início da queda de folhas e brotação. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2008. Correlação TMB x UF, significativas 1%:  $r = -0,68$  (Apicais) e  $r = -0,66$  (Laterais).



**FIGURA 2.** Gráficos de Tempo Médio de Brotação (TMB) em dias, das cultivares Packham's Triumph (A) e Abate Fetel (B) em Vacaria-RS, 2006. Desvio padrão: acima; Erro padrão: abaixo. Setas indicam: início da queda de folhas e brotação. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2008. Correlação TMB x UF, significativas 1%:  $r = -0,88$  (Apicais) e  $r = -0,60$  (Laterais).

## 5. CONCENTRAÇÃO DE CARBOIDRATOS NAS CULTIVARES DE PEREIRA PACKHAM'S TRIUMPH E ABATE FETEL ENXERTADAS SOBRE MARMELEIROS

**RESUMO** - Durante o inverno as plantas modificam seu metabolismo de carboidratos em função do frio. Essas mobilizações visam a sobrevivência da planta durante o rigor do inverno, pelo aumento da resistência ao frio, além de preparar-se para a retomada de crescimento na primavera, fase de grande demanda em energia. O objetivo desse estudo foi determinar, em diferentes tecidos, a mobilização de carboidratos (amido, açúcares redutores e sacarose) ao longo do outono e inverno de 2005 e 2006, em plantas de pereira cv. Packham's Triumph e Abate Fetel, enxertadas sobre marmeleiros Adams e EMC. Utilizou-se plantas conduzidas de pomar comercial, localizadas em Vacaria-RS. As frutíferas foram plantadas no inverno de 2000, em espaçamento 3x0,33m, conduzidas em palmeta e irrigadas por gotejamento. A quantificação da concentração dos açúcares redutores (AR) foi realizada com ácido dinitrosalicílico (DNS), enquanto que o amido e açúcares totais pela reação com antrona. A concentração de sacarose foi obtida pela diferença obtida entre os açúcares totais e redutores. Identificou-se que o amido e a sacarose estão localizados em maior quantidade nos ramos, depois na base da gema e em menor concentração nas gemas. Já os açúcares redutores localizam-se preferencialmente na base das gemas. O nível de amido e açúcares foi alto em todas as combinações, o que indica que há reservas e energia suficientes para a retomada do crescimento na primavera. A cv. Abate Fetel possui maior concentração de mais amido e açúcares redutores (glicose e frutose) comparado a cv. Packham's Triumph. O porta-enxerto EMC, mais anão, tende a possibilitar maior acúmulo de amido nas cultivares copas testadas. Durante o inverno, a redução da concentração de amido foi seguida pelo aumento da concentração de açúcares redutores e sacarose, em todos os tecidos. Quando da retomada do crescimento (final de julho e início de agosto) houve a diminuição da concentração de amido e açúcares redutores, além do aumento na concentração de sacarose, indicando que há nutrientes e que as plantas fizeram uso desses.

**Termos para indexação:** amido, glicose, frutose, dormência, *Cydonia*, gemas florais

### CARBOHYDRATE CONCENTRATION OF THE PEAR CULTIVARS PACKHAM'S TRIUMPH AND ABATE FETEL GRAFTED ON QUINCE ROOTSTOCKS

**ABSTRACT** – During winter, plants modify their carbohydrate metabolism due to chilling. These modifications occur to promote the plant survival during the winter rigor by the increase of chilling resistance and also to prepare the plant to the dormancy release in spring (high energy demand phase). The objective for this study was to determine in different tissues, the carbohydrate mobilization (starch, reductive sugars and sucrose), during autumn and winter of 2005 and 2006, of the pear cultivars Packham's Triumph and Abate Fetel grafted on quinces Adams and EMC. Pear trees of a commercial orchard located at Vacaria-RS, which were planted in the winter of 2000 in 3 x 0.33m spacing in a trellising training system and with drip irrigation, were used. The analysis was done in laboratory of plant physiology of Embrapa Clima Temperado. The quantification of the sugar reducers concentration was by reaction with dinitrosalicylic acid (DNS), whereas starch and total sugars were from reaction with anthrone. The sucrose was obtained by difference among total sugar and sugar reducers. It was observed that starch and sucrose are in higher quantity in the stems, then in the bud cushion, and in lower concentration in the buds tissues. The reductive sugars are located preferentially in the buds cushion. The level of starch and sugars were enough in all scion/rootstock, what indicates that there are reserves and enough energy to growth resumption in spring. The pear cultivar Abate Fetel has more starch and sugars reducers (glucose and fructose) as compared to Packham's Triumph. The EMC rootstock promoted higher reserves accumulation. During the winter, the reduction of the concentration of starch was followed by the increase of the concentration of reductive sugars and sucrose, in all tissues. When of the growth resumption (end of July and beginning of August) there were the decrease on concentration of starch and reductive sugars, besides the increase in the sucrose concentration, indicating that there are nutrients and that the plants made use of them.

**Index terms:** Starch, glucose, fructose, dormancy, *Cydonia*, Flower bud

## 5.1. INTRODUÇÃO

Durante o período de inverno as plantas modificam seu metabolismo de carboidratos em função do frio, visando sua sobrevivência durante o rigor do inverno e preparando-se para a retomada de crescimento na primavera, com a chegada das altas temperaturas. De acordo com Jackson (2003), na retomada do crescimento os carboidratos acumulados nas estações anteriores são necessários para prover a energia para sustentar o crescimento. Posteriormente, as folhas formadas tornam-se fotossinteticamente ativas e, mais tarde, repõem essas reservas que serão utilizadas pela planta no próximo ciclo de crescimento.

É aceito que a dinâmica de carboidratos responde as variações de temperatura, principalmente ao frio. Assim, o menor acúmulo ou o esgotamento dessas reservas podem levar as plantas a maior sensibilidade ao frio como também pode prejudicar a brotação e floração e o pegamento dos frutos. A mobilização dos carboidratos, especialmente os açúcares solúveis, estão diretamente ligados a eventos climáticos, especialmente a temperatura, tendo grande importância para estudos de adaptação de frutíferas de clima temperado.

De acordo com Mitchell et al. (1994), o maior fator limitando a expansão da produção de pêra em regiões mais quentes é a exposição ao frio insuficiente durante o inverno. Em clima temperado, as pereiras entram em dormência no outono e permanecem dormentes durante o inverno. Essa fase é superada pela acumulação de frio suficiente. Porém, quando é finalizada antes de acumular frio suficiente, causam brotações erráticas, abscisão de flores e baixo pegamento de frutos. A região Sul do Brasil caracteriza-se por apresentar grande variabilidade no acúmulo de horas de frio, além de apresentar períodos de altas temperaturas durante o inverno.

Assim sendo, quando cultivadas em regiões com baixo a moderado acúmulo de frio, há maiores problemas de adaptação para as plantas frutíferas de clima temperado como a pereira. Atualmente as cultivares de maior interesse econômico são de moderado a alto requerimento em frio. Nesse sentido, torna-se importante conhecer não só a dinâmica da dormência mas também a do metabolismo de carboidratos, pois estão diretamente relacionados aos eventos climáticos e afetam diretamente a capacidade produtiva das plantas. De acordo com Herter et al. (2001), o estudo da mobilização de carboidratos vem sendo utilizado nessas frutíferas para compreender melhor os problemas decorrentes da falta de frio.

Por muitos anos os porta-enxertos mais utilizados para a cultura da pereira foram do gênero *Pyrus* (*P. calleryana*, *P. betulaefolia* ou *P. communis*), que resultavam em

plantas vigorosas e difíceis de serem manejadas. Outro entrave para a expansão da pereira era relativo ao abortamento de gemas florais (Nakasu et al., 1995; Herter et al., 2001), que comprometia a formação das gemas e conseqüentemente a produção.

Atualmente a região de Vacaria-RS tem tomado a frente quanto à implantação de pomares comerciais com bom nível de tecnologia. Com um conjunto de técnicas apropriadas, algumas iniciativas de fruticultores mostram que é viável a produção de pêra de alta qualidade no país. Entre essas técnicas cita-se o uso de irrigação por gotejamento, tratamentos fitossanitários, adubação, quebra de dormência, mudança no sistema de poda e condução e uso de porta-enxertos de marmeleiro (*Cydonia oblonga* Mill.), os quais possibilitam maior densidade de plantio e precocidade de produção. No entanto, pouco se sabe sobre a repercussão dessa mudança sobre a fisiologia da cultivar copa, em especial quanto ao nível de carboidratos. Sabe-se que nessa condição de cultivo, o abortamento de gemas florais não tem sido mais um problema limitante devido à quantidade de gemas formadas, a boa floração, e porque a produção tem sido satisfatória, chegando a atingir 50 t ha.

Portanto, o objetivo desse estudo foi determinar a concentração de carboidratos, em diferentes tecidos durante o outono e inverno de 2005 e 2006, em pereiras cvs. Packham's Triumph e Abate Fetel enxertadas sobre marmeleiros Adams e EMC, conduzido em pomar comercial, em Vacaria-RS.

## 5.2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em pomar comercial em produção, pertencente a Empresa Frutirol Agrícola, localizado em Vacaria-RS (28°30'S; 55°47'W). Utilizou-se as cvs. Packham's Triumph e a cv. Abate Fetel em dois porta-enxertos de marmeleiro (Adams e EMC). As frutíferas foram plantadas e enxertadas no campo no inverno de 1999 e plantio no inverno de 2000, em espaçamento 3 x 0,33m, conduzidas em palmeta, com irrigação por gotejamento.

O pomar está localizado à cerca de 950 m de altitude. O clima da região é do tipo Cfb, segundo Köppen, temperado úmido e com temperatura média anual de 15,5 °C. A precipitação média anual é de 1412 mm e a UR de 79%. O somatório médio de horas de frio abaixo de  $\leq 7,2$  °C é de aproximadamente 800 horas (maio a setembro). O relevo é suave ondulado, e o solo é do tipo LATOSSOLO BRUNO Alumínico Câmbico, geralmente profundo, moderadamente drenado, argiloso e fortemente ácido.

As amostras foram coletadas regularmente, conforme as épocas de amostragem, durante o outono e inverno de 2005 e 2006. Foram selecionadas três blocos aleatórios de

30 plantas de cada tratamento. Dessas plantas coletou-se aleatoriamente ramos e gemas florais localizadas na parte mediana das plantas. O material vegetal coletado foi acondicionado em caixas térmicas com gelo, durante o transporte até Pelotas-RS. Parte dos ramos em cada coleta foi utilizado para análises de carboidratos, sendo retirado a gema, base da gema e secções de cada ramo. Os dados climáticos utilizados neste estudo foram os registrados pela própria empresa e estão apresentados nas figuras 7 e 8.

**Determinação de Carboidratos:** dos ramos coletados, em cada época, separou-se a gema, a base da gema e secções de ramo (Figura 1). Posteriormente, cada amostra foi seca em forno à 65°C até peso constante. Em seguida as amostras foram moídas e preservadas até a realização das análises. Estas análises visaram à determinação da dinâmica dos carboidratos (açúcares solúveis e amido), do outono até final do inverno.

#### Extração e determinação dos açúcares

Foram pesados 200 mg de cada amostra (seca e moída) e colocado em tubos de centrífuga, adicionado 5 ml de etanol 80% e incubado em banho-maria à 80-85°C, por 5 minutos. Posteriormente, foi centrifugado a 6.000 rpm por 10 minutos. Retirado o sobrenadante, coletando-o para balão de 50 ml. Após o precipitado foi ressuscitado com 5 ml de etanol 80%, agitado em vortex e novamente centrifugado, coletado o sobrenadante para o mesmo balão volumétrico de 50 ml (2X). Após as três centrifugações, o sobrenadante dos balões foi elevado para 50 ml com água destilada. Nos balões ficou a amostra para determinação dos açúcares redutores. Do precipitado que restou nos tubos foi determinado a concentração de amido.

A partir de alíquotas de 200 µL do sobrenadante, foram quantificados os açúcares solúveis totais (AST) por reação com antrona (Dische, 1962), sendo as leituras de absorbância realizadas com comprimento de onda de 620 nm, em espectrofotômetro.

A quantificação da concentração dos açúcares redutores (AR) foi realizada com alíquotas de 750 µL do sobrenadante, pelo Método do Ácido Dinitrosalicílico (DNS) e as leituras de absorbância realizadas a 540 nm (Miller, 1959). O resultado foi expresso em mg.g<sup>-1</sup> MS



**FIGURA 1.** Ilustração dos três tecidos em que se realizou a determinação de carboidratos. PPGA/UFPel – Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2008.

(miligramas de açúcar por grama de matéria seca). Os açúcares redutores são carboidratos doadores de elétrons (reduzem os agentes oxidantes) por possuírem grupos aldeídicos ou cetônicos livres ou potencialmente livres, capazes de reduzir os agentes oxidantes. Se oxidam em meio alcalino. Esta propriedade é empregada para a análise e quantificação dos carboidratos.

Os valores de sacarose foi feita de forma indireta, pela diferença entre os açúcares solúveis totais e os açúcares redutores.

#### Determinação da concentração de Amido

No precipitado restante da extração dos açúcares foi determinado o teor de amido a partir da metodologia desenvolvida por McCready et al. (1950). Nos tubos de centrífuga, o pellet seco, com aproximadamente 200 mg, foi ressuspensionado com 3,33 mL de ácido perclórico (HClO<sub>4</sub>) 30% e agitado regularmente por 30 minutos. Em seguida adicionou-se 6,66 ml de água destilada. Após, procedeu-se a primeira centrifugação a 6.000 rpm por 10 minutos e coletou-se o sobrenadante em balão volumétrico de 50 mL. Novamente adicionou-se 3,33 ml de ácido perclórico 30%, agitou-se regularmente por 30 minutos e, posteriormente adicionou-se 6,66 ml de água destilada. Procedeu-se a segunda centrifugação e coletou-se o sobrenadante para o balão de 50 mL. Esta operação foi realizada mais uma vez, totalizando três centrifugações. Posteriormente, completou-se o volume do balão volumétrico de 50 mL contendo o sobrenadante oriundo das três operações. Desse extrato foram extraídos 200 µL, colocados em tubos e adicionado 800 µL de água destilada e, em seguida, resfriados para a determinação da concentração de açúcares solúveis totais, pela reação com antrona (Dische, 1962). Adicionou-se nos tubos 2 mL do preparado de antrona (antrona + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), agitando os tubos em contato com gelo e, após resfriado, agitou-se em vortex. Em seguida, os tubos foram levados ao banho Maria por 3 minutos a 100°C. Após o banho Maria, os tubos foram resfriados em gelo, e as leituras foram realizadas em seguida, não ultrapassando 30 minutos, conforme recomendado por Brooks et al. (1986). As leituras da absorbância foram feitas à  $\lambda=620$  nm, no espectrofotômetro U.V. A concentração de amido foi obtida em mg g<sup>-1</sup> MS.

Foram realizados dois experimentos. No ano de 2005, o delineamento experimental foi em blocos casualizados com três repetições, sendo cada unidade experimental constituída de cinco plantas. A unidade de observação foi um ramo por planta. O delineamento de tratamentos foi um fatorial 2x2x3x5, sendo os fatores: (A) Cultivar copa, com dois níveis: Abate Fetel e Packham's Triumph; (B) Porta-enxerto, com dois níveis: marmeleiros Adams e EMC; (C) Tecido, com três níveis: ramo, base e gema; e (D) Época

de Coleta, com cinco níveis: 04/05; 01/06; 30/06; 27/07 e 02/09/05. As variáveis analisadas foram: concentração de amido, açúcares redutores e sacarose.

O segundo experimento é relativo ao ano de 2006, sendo que o delineamento experimental foi em blocos casualizados com três repetições, na qual cada unidade experimental foi constituída de cinco plantas. A unidade de observação foi um ramo por planta. O delineamento de tratamentos foi um fatorial 2x2x3x4, sendo os fatores: (A) Cultivar copa, com dois níveis: Abate Fetel e Packham's Triumph; (B) Porta-enxerto, com dois níveis: marmeleiros Adams e EMC; (C) Tecido, com três níveis: ramo, base e gema; e (D) Época de Coleta, com quatro níveis: 24/05; 07/07; 02/08 e 24/08/06. As variáveis analisadas foram: concentração de amido, açúcares redutores e sacarose. Para os dois experimentos procedeu-se a análise da variação e a comparação de médias pelo teste Duncan, ao nível de 5% de significância.

### 5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas determinações referentes ao ano de 2005 houve diferenças significativas quanto ao tecido para todos os carboidratos analisados (Apêndice 8A). Entre as coletas houve diferença apenas para açúcares redutores ( $P < 0,05$ ). Para o fator cultivar houve diferenças ( $P < 0,01$ ) para açúcares redutores. Para a variável concentração de sacarose houve interação significativa ( $P < 0,05$ ) para cultivar x tecido. Para a variável açúcares redutores houve interação significativa ( $P < 0,01$ ) entre coleta x porta-enxerto x tecido, entre cultivar x porta-enxerto x tecido, além de interação entre coleta x cultivar x tecido ( $P < 0,05$ ). Houve interação entre os fatores coleta x cultivar x porta-enxerto para as variáveis açúcares redutores ( $P < 0,01$ ) e sacarose ( $P < 0,05$ ). Houve interação entre todos os fatores para as variáveis concentrações de amido e sacarose.

Nas determinações do ano de 2006 também houve diferenças significativas ( $P < 0,01$ ) quanto ao tecido para todos os carboidratos analisados (Apêndice 9A). Para o fator cultivar houve diferenças para concentração amido e açúcares redutores ( $P < 0,05$ ). Para o fator porta-enxerto houve diferença significativa para a variável sacarose ( $P < 0,05$ ). Para concentração de açúcares redutores houve interação entre cultivar x porta-enxerto x tecido ( $P < 0,01$ ) e entre coleta x cultivar x tecido ( $P < 0,05$ ). Para concentração de sacarose houve interação ( $P < 0,01$ ) apenas entre cultivar x tecido.

As determinações de carboidratos, nos dois anos avaliados, revelaram que o amido e a sacarose estão localizados em maior concentração nos ramos, depois na base da gema e em menor concentração nas gemas (Tabelas 1, 3, 4 e 6). Já os açúcares redutores localizam-se preferencialmente na base das gemas (Tabelas 2 e 5). Esse tecido será

responsável por nutrir a gema na fase inicial de crescimento, na primavera. Esse resultado está de acordo com o obtido por Bonhomme (1998), Gardin (2002) e Rodrigues et al. (2006), em que os tecidos adjacentes às gemas (ramo e base da gema) constituem-se em importantes zonas de reserva das plantas em preparação para a retomada do crescimento, na primavera.

Em 2006, houve diferença entre cultivares, sendo que a cv. Abate Fetel apresentou maior concentração de amido que a cv. Packham's Triumph (Tabela 4). Quando combinada com o porta-enxerto EMC, a cv. Abate Fetel teve mais amido nos três tecidos comparado a Packham's Triumph (Tabela 4). No ano anterior, em 2005, a cv. Abate Fetel sobre o porta-enxerto Adams teve maior concentração de amido que a cv. Packham's Triumph, no mesmo porta-enxerto (Tabela 1). Além de apresentar maior concentração de amido, a cv. Abate Fetel também apresenta maior concentração açúcares reductores comparado a cv. Packham's Triumph (Tabelas 2 e 5).

Em geral, o porta-enxerto EMC induziu maior concentração de amido nas cultivares copa (Figura 2). Nos dois anos, apesar de no ano de 2005 não ocorrer diferença significativa, a cv. Abate Fetel em porta-enxerto EMC teve maior concentração de amido do que no porta-enxerto Adams (Tabelas 1 e 4). Isso provavelmente seja porque o porta-enxerto EMC é um mais anão, favorecendo o maior acúmulo de reservas do que o Adams, que é um pouco mais vigoroso. Nessa cultivar, o EMC proporcionou maior produção de frutas. Nas safras 2005/2006 e 2006/2007 a produtividade da cv. Abate Fetel enxertada em EMC foi de 50 e 40 t ha, respectivamente. Quando enxertada em porta-enxerto Adams a produtividade foi de 20 e 15 t ha, respectivamente. Já para a cv. Packham's Triumph houve diferença entre anos, pois em 2005 a maior concentração de amido foi observada sobre EMC. No entanto, no ano seguinte, constatou-se este mesmo comportamento sobre o porta-enxerto Adams. Nessa cultivar a produtividade na safra de 2005/2006 e 2006/2007 foi de 12 e 20 t ha quando enxertadas em EMC, respectivamente. Quando enxertadas em Adams a produtividade foi de 30 e 20 t ha, respectivamente. A maior produtividade da cv. Packham's Triumph em porta-enxerto Adams pode ser devido ao fato do EMC ser muito restritivo, enquanto que o Adams, com mais vigor, apresenta melhor compatibilidade, sustentando maior carga de frutas. Em termos de produtividade, a cv. Abate Fetel apresenta melhor desempenho em EMC, enquanto que a cv. Packham's Triumph tem melhor desempenho sobre o porta-enxerto Adams.

Segundo Ryugo (1988), a combinação de copa com porta-enxertos ananizantes resulta na redução de crescimento tanto da copa quanto do sistema radicular. Assim, os fotoassimilados são direcionados para a frutificação, ou seja, a indução, diferenciação e

desenvolvimento de frutos em detrimento do crescimento vegetativo. De acordo com Webster (2004), porta-enxertos ananizantes exercem influência sobre a cultivar copa, resultado em menor porte. Isso se deve principalmente pela redução no comprimento dos entrenós e da extensão dos ramos, alteração na duração e na taxa de crescimento ativo dos ramos, mudanças na partição de assimilados, mudanças no ângulo dos ramos e hábito das plantas e pelo efeito combinados de mais de um desses mecanismos. Segundo o autor, a mudança na partição de assimilados na copa justifica a maior formação de flores por unidade de tamanho de planta pelo uso de porta-enxertos anões.

Nos dois anos de estudo, o nível de açúcares redutores (glicose e frutose) geralmente foi máximo durante os meses mais frios, em todos os tecidos (Figuras 3-6). De modo geral, verificou-se que a queda na concentração de amido quase sempre foi acompanhada pelo aumento na concentração de sacarose e de açúcares redutores, em todos os tecidos.

Sabe-se que o amido é o mais importante carboidrato de reserva nas plantas. No inverno, essas reservas amiláceas são parcialmente convertidas em açúcares solúveis (frutose, glicose e sacarose). Segundo Sauter & Kloth (1987), a degradação do amido ocorre através da ação de enzimas específicas (fosforilases e amilases). Quando ocorre a demanda por glicose essa degradação é feita pela ação das amilases. Esse processo de degradação é controlado pela temperatura, sendo um mecanismo fundamental das plantas para a resistência ao frio.

O amido, por ser uma molécula neutra, tem efeito osmótico desprezível e, portanto, para proteção dos tecidos nos períodos de frio é preciso que ocorra a quebra dessa molécula em açúcares. De acordo com Yoshioka et al. (1988) e Rakngan (1995), a degradação do amido está relacionado à síntese de carboidratos solúveis na fase de dormência. Ocorre, portanto, a quebra do amido em glicose e frutose, e a partir delas, a síntese de outros carboidratos solúveis. Esses açúcares formados são importantes na regulação osmótica e transporte. De acordo com Taiz & Zieger (2004), os carboidratos translocados são em sua totalidade açúcares não-redutores. No caso da pereira, o sorbitol (açúcar álcool) e a sacarose.

O inverno de 2005 foi menos frio, pois de maio a setembro houve acúmulo de  $\pm 800$  unidades de frio (U.F.), mas foi marcado por dois períodos de frio, sendo a segunda quinzena de junho e de julho (Figura 7), justamente antes da terceira (30/06) e quarta (27/07) coletas. De modo geral, nessas duas épocas as plantas aumentaram a concentração de açúcares redutores e sacarose.

Já durante o outono e inverno de 2006 houve mais frio que no ano anterior, acumulando  $\pm 1.450$  U.F, de maio a setembro (Figura 8). Nesse ano a cv. Abate Fetel, nos dois porta-enxertos, apresentou maior quantidade de açúcares redutores e de sacarose que no ano anterior, especialmente nas gemas e base das gemas (Figuras 3 e 5). O mesmo aconteceu com a cv. Packham's Triumph, sendo que a diferença entre anos pode ser percebida nos três tecidos avaliados, ou seja, nos ramos, base e nas gemas (Figuras 4 e 6). Esses dados são coerentes com as temperaturas registradas. Como em 2006 houve maior acúmulo de frio, houve também uma maior demanda por açúcares para baixar o ponto de congelamento, a fim de manter a proteção dos tecidos.

Verificou-se ainda que houve redução da concentração de amido nas gemas na fase que antecede à brotação, final de julho e início de agosto (Tabelas 1 e 4). No inverno de 2005, a concentração de açúcares redutores (glicose e frutose) atingiu o pico nessa fase, principalmente nas gemas (Figuras 3 e 4). Sabe-se que a glicose e frutose são os açúcares que efetivamente são utilizados para o crescimento das plantas. A partir daí houve redução nas concentrações desses açúcares, pois as plantas demandam muita energia para a retomada do crescimento. Nessa fase, o aumento da concentração de sacarose em todos os tecidos é um indício dessa intensa mobilização (Figuras 3 a 6). De acordo com Maurel et al. (2004), a concentração de hexoses (glicose e frutose) em tecidos meristemáticos, bem como a glicose importada por esses tecidos, são positivamente correlacionados com a capacidade de brotação das gemas. Os autores sugerem que as hexoses são mais importantes do que o sorbitol e a sacarose na fase inicial do processo de brotação, em pessegueiros.

Nessa fase final não houve ressíntese de amido nas gemas em nenhuma das combinações, nos dois anos avaliados (Figuras 3-6). Esta ressíntese de amido nas gemas na fase que precede a brotação foi relatada em pessegueiros, na França (Maurel et al., 2004). Nas nossas condições climáticas, isso não ocorreu devido ao fato dos níveis de amido e de açúcares quantificados nas gemas terem sido altos.

Ainda na fase que antecede a brotação, em 2005, a concentração de amido também diminuiu na base das gemas na maioria das combinações, exceto em Abate Fetel/EMC (Tabela 1).

O abortamento de gemas florais, distúrbio caracterizado pela necrose dos primórdios florais, foi considerado por muitos anos o maior entrave para a cultivo da pereira no Sul do Brasil (Nakasu et al., 1995; Herter et al., 2001; Camelatto et al., 2000). Apesar de vários estudos terem sido conduzidos nenhum identificou a origem do distúrbio, nem método efetivo de controle. Gardin (2002) e Rodrigues et al. (2006) estudando o

balanço de carboidratos em pereira descobriram que nas regiões, ou nas cultivares, onde o problema é mais grave, há um maior gasto ou menor acúmulo de reservas nutricionais, comprometendo a retomada de crescimento na primavera.

O abortamento de gemas florais em pereira pode atingir até 100% das gemas florais, dependendo da cultivar e ano (Herter et al., 1995; Nakasu et al., 1995). Em Vacaria-RS, no pomar utilizado no presente estudo, em sistema mais tecnificado, a necrose dos primórdios em geral é baixo na cv. Abate Fetel ( $\leq 15\%$ ). Na cv. Packham's Triumph atinge cerca de 30% dos primórdios, porém não comprometeu a produção. Conforme verificado no presente estudo, a cv. Abate Fetel apresenta maior concentração de amido e açúcares que a cv. Packham's Triumph.

De modo geral, as concentrações de amido e açúcares podem ser consideradas satisfatórias em todas as combinações. Em geral, os teores de amido e açúcares encontrados nas gemas e base das gemas são maiores que os identificados por Rodrigues et al. (2006) nas cultivares Kieffer e Housui, no Sul do Brasil. Os autores encontraram na cv. Kieffer concentração de amido em gemas variando de 5 a 15  $\text{mg.g}^{-1}\text{MS}$ , no período de agosto a setembro, e de 1 a 5  $\text{mg.g}^{-1}\text{MS}$  na cv. Housui. Em termos de açúcares (reduzidos+sacarose+sorbitol), no período de agosto a setembro, encontraram 28  $\text{mg.g}^{-1}\text{MS}$  na base das gemas e 10 a 50  $\text{mg.g}^{-1}\text{MS}$  nas gemas da cv. Kieffer. Na cv. Housui, 25  $\text{mg.g}^{-1}\text{MS}$  na base das gemas e 15-40  $\text{mg.g}^{-1}\text{MS}$  nas gemas. As concentrações de amido e açúcares redutores (hexoses) também são maiores do que verificado em gemas e base das gemas de pessegueiro, por Maurel et al. (2004). Isso demonstra que as reservas e energia encontradas em pereira no presente estudo são suficientes para a proteção dos tecidos ao frio e capaz de sustentar a retomada do crescimento na primavera.

Gardin (2002) realizou estudo com pereira em dois locais no Sul do Brasil, sendo uma região com menores índices de abortamento (São Joaquim-SC) e outra onde os índices de abortamento são elevados (Pelotas-RS). O autor concluiu que em São Joaquim, a redução do amido durante a fase de repouso levou a formação de açúcares solúveis. No entanto, em Pelotas, o decréscimo do amido e o não acúmulo de sólidos solúveis no inverno, ocorreram devido à manutenção de altas taxas respiratórias. Assim, de modo geral, esse comportamento não foi observado no presente experimento, exceto no final do inverno, fase na qual ocorre intensa demanda de açúcares para a retomada do crescimento. Isso significa que as plantas avaliadas dispõem de energia e fazem uso delas, para a retomada do crescimento na primavera.

Nas plantas utilizadas nos experimentos foi realizada poda drástica no inverno. Isso pode ter possibilitado uma maior reserva de nutrientes para as gemas remanescentes.

De acordo com Maeyer & Deckers (1984), quando plantas de pereira são intensamente podadas, os cachos florais remanescentes podem ser beneficiados por um maior fluxo de substâncias nutritivas, estimulando também o melhor pegamento de frutos.

Em estudo conduzido por Herter et al. (2002), com pereira cv. Nijiseiki submetido a poda de 50% das gemas e 100% de desfolha no outono, a fim de verificar o efeito na intensidade de abortamento, os autores verificaram que os tratamentos poda de gemas e desfolha reduziram o abortamento floral. Na poda de gemas o abortamento foi de 54%, na desfolha 56% e no controle 74%. Os autores atribuem a melhor distribuição dos fotoassimilados para as gemas remanescentes para explicar a redução do distúrbio no tratamento de poda de gemas.

Portanto, os resultados obtidos nesse estudo estão de acordo com os níveis de produção obtidos com pereira quando conduzidas em pomares com maior uso de tecnologia. Os níveis de carboidratos encontrados em todas as combinações parecem ser suficientes para a proteção dos tecidos e a retomada do crescimento na primavera. A cv. Abate Fetel, a qual tem menor formação de gemas florais, teve, em geral, maior concentração de amido e açúcares. Essas características sugerem uma menor competição pelos assimilados na primavera nessa cultivar, o que possivelmente explique a melhor qualidade de gemas florais formadas, em comparação à cv. Packham's Triumph.

#### **5.4 CONCLUSÕES**

1. O amido e a sacarose estão localizados em maior quantidade nos ramos, depois na base da gema e em menor concentração nas gemas. Já os açúcares redutores localizam-se preferencialmente na base das gemas.
2. O nível de amido e açúcares é alto em todas as combinações, sendo um indicativo de que há reservas e energia suficiente para a retomada do crescimento na primavera.
3. A cv. Abate Fetel possui maior concentração de amido e açúcares redutores (glicose e frutose) comparado a cv. Packham's Triumph.
4. O porta-enxerto EMC, mais anão, tende a possibilitar maior acúmulo de amido nas cultivares copas testadas.
5. Durante o inverno, a redução da concentração de amido é seguida pelo aumento da concentração de açúcares redutores e sacarose, em todos os tecidos.
6. Quando da retomada do crescimento (final de julho e início de agosto) houve diminuição da concentração de amido e açúcares redutores, além do aumento na concentração de sacarose, indicando que há nutrientes e que as plantas fizeram uso desses.

## 5.5 REFERÊNCIAS

- BONHOMME, M. **Physiologie des bourgeons végétatifs et floraux de Pêcher dans deux situations thermiques contrastées pendant la dormance: capacité de croissance, force de puits et repartition des glucides.** 1998. 547f. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal) - Université Blaise Pascal, Clermont Ferrand.
- BROOKS, J.R.; GRIFFIN, V.K.; KATTAN, M.W. A modified method for total carbohydrate analysis of glucose syrups, maltodextrins, and other starch hydrolysis products. **Cereal Chemistry**, v. 63, n. 5, p.465-466, 1986.
- CAMELATTO, D., NACHTIGALL, G.R., ARRUDA, J.J.P., HERTER, F.G. Efeito de flutuações de temperatura, horas de frio hibernal e reguladores de crescimento no abortamento de gemas florais de pereira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 22, n.1, p.111-117, 2000.
- DICHE, Z. Genera color reactions. In: WHISTLER, R.L.; WOLFRAM, M.L. **Carbohydrate chemistry**. New York: Academic Press, 1962. p. 477-520.
- GARDIN, J. P. P. **Abortamento de gemas florais e níveis de carboidratos em gemas e ramos de pereira, cultivar Nijisseiki, no outono e inverno.** 2002. 40p. Dissertação (Mestrado) IB-Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2002.
- HERTER, F.G.; CAMELATTO, D.; NAKASU, B.H.; FINARDI, N.L. Incidência de abortamento floral em cultivares de pereira, no Rio Grande do Sul. In: REUNIÃO TÉCNICA DE FRUTICULTURA 4, **Anais...** Porto Alegre: FEPAGRO, 1995, p. 95-97.
- HERTER, F.G.; CAMELATTO, D.; TREVISAN, R.; VERISSIMO, V.; GARDIN, J.P.P. The effects of spur pruning and defoliation in the autumn on the flower bud abortion of pear tree cv. Nijisseiki in Pelotas, RS, Brazil. **Acta Horticulturae**, n. 587, p.369-373, 2002.
- HERTER, F.G.; VERISSIMO, V.; CAMELATTO, D.; GARDIN, J.P.P.; TREVISAN, R. Abortamento de gemas florais de pereira no Brasil. In: SEMINÁRIO SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 1, 2001, Florianópolis. **Anais...** p.106-114.
- JACKSON, J.E. **Biology of Apple and Pears.** Cambridge University Press: New York, 2003. 487p.
- MAEYER, L. D.; DECKERS, J.C. Flower bud quality in the pear cultivar Doyenne du Comice: 1982-1983 Trials. **Acta Horticulturae**, n.149, p.153-159, 1984.
- MAUREL, K.; LEITE, G.B.; BONHOMME, M.; GUILLIOT, A.; RAGEAU, R.; PÉTEL, G.; SAKR, S. Trophic control of bud break in peach (*Prunus persica*) trees: a possible role of hexoses. **Tree Physiology**, n.24, p. 579-588, 2004.
- McCREADY, R.M.; GUGGOLZ, J.; SILVEIRA, V. OWENS, H.H. Determination of starch and amylose in vegetables. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 22: 1156-1158, 1950.
- MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Chemistry**, v. 31, p. 426, 1959.
- MITCHELL, P.D.; GOODWIN, I.; JERIE, P.H. **Pear and quince.** Chapter 7, p.189-207, CRC Press. 1994.
- NAKASU, B.H.; HERTER, F.G.; LEITE, D.L.; RASEIRA, M.C.B. Pear flower bud abortion in Southern Brazil. **Acta Horticulturae** 395, p.185-192, 1995.
- RAKNGAN, J. Carbohydrate analysis of Japanese pear trees grown under adverse conditions, In: RAKNGAN, J. Phenological and physiological study of Japanese pear grown under adverse condition. Tsukuba, 1995. cap. 3, p. 61-76.
- RODRIGUES, A.C.; HERTER, F.G.; VERISSIMO, V.; CAMPOS, A.D.; LEITE, G.B.; SILVA, J.B. Balanço de carboidratos em gemas florais de dois genótipos de pereira sob condições de inverno ameno. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal-SP, v.28, n.1, p.1-4, abril 2006.

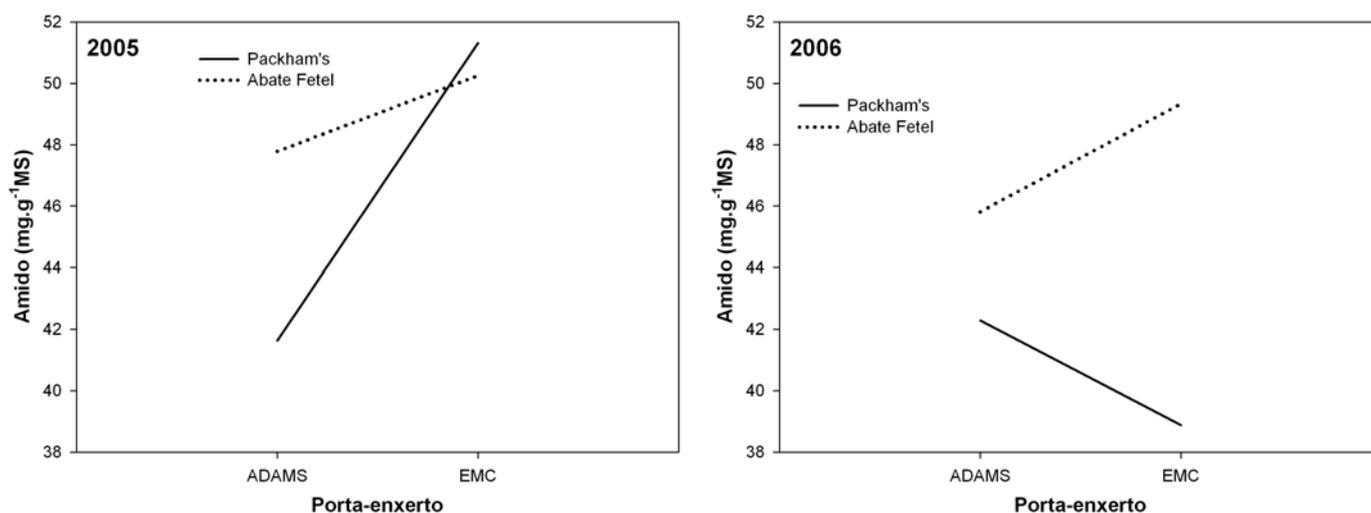
- RYUGO, K. **Fruit culture: Its science and art**. Davis, California, 1988, 344p.
- SAUTER, J.J.; KLOTH, S. Changes in carbohydrates and ultrastructure in xylem ray cells of *Populus* in response to chilling. **Protoplasma**, n.137, p.45-55, 1987.
- TAIZ, L. & ZIEGER, E. **Fisiologia vegetal**. Trad. Eliane Romanato Santarém et al... – 3. ed. - Porto Alegre: ArtMed, 2004. 719p.
- WEBSTER, A.D Vigour mechanisms in dwarfing rootstocks for temperate fruit trees. **Acta Horticulturae** 658, p.29-41, 2004.
- YOSHIOKA, H.; NAGAI, K.; AOBA, K.; FUKUMOTO, M. Seasonal changes of carbohydrates metabolism in apple trees. **Scientia Horticulturae**, n.36, p.219-227, 1988.

## Tabelas e Figuras

**TABELA 1.** Concentração de amido (mg.g<sup>-1</sup>MS) durante do outono e inverno de 2005, nas cvs. Packham's Triumph e Abate Fetel, cultivadas em dois porta-enxertos de marmeleiro (Adams e EMC), em Vacaria-RS. PPGA/UFPel – Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2008.

TECIDO						
	RAMO	59,25 A				
	BASE	53,20 B				
	GEMA	30,78 C				
CULTIVAR	PORTA-ENXERTO					
	Adams	EMC	MÉDIA			
Abate Fetel	47,78 Ab	50,25 Aa	49,02			
Packham's T.	41,63 Bb	51,31 Aa	46,47			
COLETAS						
Combinações	Tecido	04/Mai/05	01/Jun/05	30/Jun/05	27/Jul/05	02/Set/05
Abate Fetel/Adams	Ramo	65,86 aA	49,21 bA	58,39 aA	67,57 aA	58,52 aA
	Base	56,96 abB	44,47 cA	53,42 bA	62,37 aA	52,22 bcA
	Gema	31,27 abC	24,73 bB	30,11 abB	35,49 aB	26,13 bB
Abate Fetel/EMC	Ramo	60,42 abA	67,14 aA	62,42 abA	57,69 bA	56,40 bB
	Base	60,90 bA	56,70 bcB	50,86 cdB	45,01 dB	70,44 aA
	Gema	32,92 abB	37,25 aC	35,68 aC	34,10 abC	25,83 bC
Packham's T./Adams	Ramo	47,20 bA	61,31 aA	51,17 bA	49,23 bA	43,39 bA
	Base	51,89 abA	43,23 bcB	39,81 cB	53,67 aA	44,25 bcA
	Gema	30,11 aB	23,30 aC	26,80 aC	29,43 aB	29,67 aB
Packham's T./EMC	Ramo	75,96 aA	63,68 bcB	58,73 cA	58,88 cA	71,85 abA
	Base	57,73 bB	73,57 aA	53,48 bA	50,84 bA	42,16 cB
	Gema	25,95 bC	36,42 aC	42,90 aB	38,64 aB	18,86 bC

Letras maiúsculas na coluna e minúscula na linha, não diferem pelo teste de Duncan (P<0,05).



**FIGURA 2.** Concentração média de amido ( $\text{mg.g}^{-1}\text{MS}$ ) em 2005 e 2006, considerando todos os tecidos e épocas de coleta, nas cultivares Packham's Triumph e Abate Fetel, sobre os marmeleiros Adams e EMC, em pomar comercial em Vacaria-RS. PPGA/UFPel – Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2008.

**TABELA 2.** Concentração de açúcares redutores (glicose + frutose), em  $\text{mg.g}^{-1}\text{MS}$ , durante do outono e inverno de 2005, nas cvs. Packham's Triumph e Abate Fetel, cultivadas sob marmeleiro Adams e EMC, em Vacaria-RS. PPGA/UFPel – Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2008.

TECIDOS						
RAMO	35,04	C				
BASE	56,73	A				
GEMA	41,04	B				
CULTIVAR		PORTA-ENXERTO				
Abate Fetel	50,60	Adams	45,95			
Packham's Triumph	37,95	EMC	42,59			
COMBINAÇÃO		RAMO	BASE			
Packham's T./Adams		30,91	49,12			
Abate Fetel/Adams		41,83	66,86			
Packham's T./EMC		30,80	48,71			
Abate Fetel/EMC		36,62	62,25			
COMBINAÇÕES		COLETAS				
		04/Mai/05	01/Jun/05	30/Jun/05	27/Jul/05	02/Set/05
Abate Fetel/Adams		44,68	55,79	59,54	63,28	38,90
Abate Fetel/EMC		46,37	45,00	51,84	58,67	41,88
Packham's T./Adams		32,16	39,26	39,90	50,45	35,58
Packham's T./EMC		27,39	33,68	37,59	51,34	32,12
<b>Média</b>		<b>37,65</b>	<b>43,43</b>	<b>47,22</b>	<b>55,94</b>	<b>37,12</b>
PORTA-ENXERTO		TECIDO				
ADAMS	Ramo	26,83	38,57	42,53	46,99	26,94
	Base	42,14	60,25	62,70	74,31	50,56
	Gema	46,29	43,77	43,93	49,31	31,21
EMC	Ramo	30,04	31,95	36,43	43,38	26,76
	Base	45,34	48,06	57,08	74,72	52,21
	Gema	35,27	38,03	40,65	46,93	32,04
CULTIVAR		TECIDO				
Packham's Triumph	Ramo	22,68	30,54	34,47	41,35	25,25
	Base	31,13	45,87	48,95	69,81	48,79
	Gema	35,52	33,00	32,82	41,52	27,51
Abate Fetel	Ramo	34,19	39,97	44,49	49,01	28,45
	Base	56,34	62,43	70,82	79,21	53,98
	Gema	46,03	48,79	51,75	54,71	38,74

Letras minúsculas na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ( $P < 0,05$ ).

**TABELA 3.** Concentração de sacarose ( $\text{mg.g}^{-1}\text{MS}$ ) durante do outono e inverno de 2005, nas cvs. Packham's Triumph e Abate Fetel, cultivadas em dois porta-enxertos de marmeleiro (Adams e EMC), em Vacaria-RS. PPGA/UFPel – Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2008.

<b>TECIDO</b>						
RAMO		11,28 A				
BASE		9,98 A				
GEMA		6,05 B				
<b>CULTIVAR</b>	<b>RAMO</b>	<b>BASE</b>	<b>GEMA</b>			
Packham's Triumph	9,14 Bb	11,31 Aa	6,14 Ac			
Abate Fetel	13,43 Aa	8,60 Bb	5,97 Ac			
		<b>COLETAS</b>				
<b>COMBINAÇÕES</b>	<b>TECIDO</b>	<b>04/Mai/05</b>	<b>01/Jun/05</b>	<b>30/Jun/05</b>	<b>27/Jul/05</b>	<b>02/Set/05</b>
Abate Fetel/Adams	Ramo	6,73 c	15,26 b	8,59 c	1,92 c	24,42 a
	Base	2,06 b	0,82 b	1,07 b	1,31 b	28,32 a
	Gema	2,26 b	1,14 b	1,37 b	1,61 b	16,60 a
Abate Fetel/EMC	Ramo	3,81 c	2,70 c	16,86 b	31,02 a	22,96 b
	Base	1,71 c	1,59 c	11,78 b	21,98 a	15,85 ab
	Gema	1,19 c	1,74 c	8,76 b	15,78 a	9,22 b
Packham's T./Adams	Ramo	8,83 b	4,69 bc	0,87 c	22,9 a	24,75 a
	Base	7,17 c	2,34 c	2,84 c	18,67 b	25,69 a
	Gema	1,80 b	2,59 b	2,25 b	13,27 a	6,76 b
Packham's T./EMC	Ramo	2,08 b	3,00 b	1,15 b	2,31 b	20,82 a
	Base	2,21 b	4,06 b	1,91 b	25,04 a	23,16 a
	Gema	1,13 b	1,51 b	0,51 b	17,66 a	13,85 a
<b>COMBINAÇÃO</b>		<b>04/Mai/05</b>	<b>01/Jun/05</b>	<b>30/Jun/05</b>	<b>27/Jul/05</b>	<b>02/Set/05</b>
	Abate Fetel/Adams	3,68 bc	5,74 b	3,68 bc	1,61 c	23,11 a
	Abate Fetel/EMC	2,24 c	2,01 c	12,47 b	22,93 a	16,01 b
	Packham's T./Adams	5,93 b	3,21 bc	1,99 c	18,28 a	19,07 a
	Packham's T./EMC	1,81 c	2,86 c	1,19 c	15,00 b	19,28 a

Letras minúsculas na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ( $P < 0,05$ ).

**TABELA 4.** Comparação de média da variável concentração de amido ( $\text{mg.g}^{-1}\text{MS}$ ), durante do outono e inverno de 2006, nas cvs. Packham's Triumph e Abate Fetel, cultivadas em dois porta-enxertos de marmeleiro (Adams e EMC), em Vacaria-RS. PPGA/UFPel – Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2008.

<b>CULTIVAR</b>	<b>ADAMS</b>	<b>EMC</b>	<b>Média</b>		
Abate Fetel	45,81 Ab	49,33Aa	47,57A		
Packham's Triumph	42,29 Ba	38,88Bb	40,58 B		
<b>COMBINAÇÃO</b>	<b>RAMO</b>	<b>BASE</b>	<b>GEMA</b>		
<i>Packham's T./Adams</i>	55,78A	48,05 A	23,03B		
<i>Abate Fetel/Adams</i>	57,21A	49,29 A	30,92A		
Packham's T./EMC	48,56B	44,80 B	23,28B		
Abate Fetel/EMC	62,83A	51,02 A	34,13A		
<b>Média</b>	<b>56,10 a</b>	<b>48,29 b</b>	<b>27,84 c</b>		
		<b>COLETAS</b>			
<b>CULTIVAR</b>	<b>TECIDO</b>	<b>24/Mai/06</b>	<b>07/Jul/06</b>	<b>02/Ago/06</b>	<b>24/Ago/06</b>
<b>Abate Fetel</b>	Ramo	62,98 a	55,41 b	62,52 a	59,18 ab
	Base	47,57 a	50,6 a	52,36 a	50,11 a
	Gema	29,85 b	37,28 a	32,92 ab	30,07 b
<b>Packham's T.</b>	Ramo	54,64 a	57,34 a	48,37 b	48,34 b
	Base	48,13 a	46,5 a	46,54 a	44,54 a
	Gema	23,18 a	24,39 a	24,01 a	21,05 b

Letras minúsculas na linha e maiúscula na coluna não diferem pelo teste de Duncan ( $P < 0,05$ ).

**TABELA 5.** Concentração de açúcares redutores (glicose + frutose), em mg.g<sup>-1</sup>MS, durante do outono e inverno de 2006, nas cvs. Packham's Triumph e Abate Fetel, cultivadas em dois porta-enxertos de marmeleiro (Adams e EMC), em Vacaria-RS. PPGA/UFPel – Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2008.

CULTIVAR	TECIDO	COLETAS			
		24/Mai/06	07/Jul/06	02/Ago/06	24/Ago/06
Abate Fetel 59,97 A	Ramo	46,63 aC	41,71 aC	45,16 aB	45,73 aC
	Base	75,84 aA	76,51 aA	69,03 bA	71,86 abA
	Gema	59,07 bcB	67,76 aB	63,64 abA	56,69 cB
Packham's T. 52,46 B	Ramo	38,92 aC	38,45 aC	43,49 aC	36,67 aC
	Base	72,09 aA	62,62 bA	71,76 aA	70,05 aA
	Gema	49,61 aB	46,51 aB	52,06 aB	47,32 aB
PORTA-ENX	TECIDO				
ADAMS	Ramo	41,61 aC	40,00 aC	44,14 aC	39,61 aC
	Base	71,31 aA	70,27 aA	71,15 aA	74,41 aA
	Gema	55,32 aB	55,40 aB	56,71 aB	52,38 aB
EMC	Ramo	43,94 aC	40,16 aC	44,51 aC	42,80 aC
	Base	76,62 aA	68,86 bA	69,64 bA	67,49 bA
	Gema	53,36 abB	58,87 aB	58,99 aB	51,63 bB
TECIDO	PORTA-ENX				
Ramo 42,10 C	Adams	41,61 A	40,00 A	44,14 A	39,61 A
	EMC	43,94 A	40,16 A	44,51 A	42,80 A
Base 71,22 A	Adams	71,31 A	70,27 A	71,15 A	74,41 A
	EMC	76,62 A	68,86 A	69,64 A	67,49 B
Gema 55,33 B	Adams	55,32 A	55,40 A	56,71 A	52,38 A
	EMC	53,36 A	58,87 A	58,99 A	51,63 A
TECIDO	CULTIVAR				
Ramo	Abate Fetel	46,63 A	41,71 A	45,16 A	45,73 A
	Packham's	38,92 B	38,45 A	43,49 A	36,67 B
Base	Abate Fetel	75,84 A	76,51 A	69,03 A	71,86 A
	Packham's	72,09 A	62,62 B	71,76 A	70,05 A
Gema	Abate Fetel	59,07 A	67,76 A	63,64 A	56,69 A
	Packham's	49,61 B	46,51 B	52,06 B	47,32 B
PORTA-ENX	CULTIVAR	TECIDO			
ADAMS	Abate Fetel	45,47 Ac	72,91 Aa	59,68 Ab	
	Packham's T.	37,22 Bc	70,66 Aa	50,22 Bb	
EMC	Abate Fetel	44,15 Ac	73,71 Aa	63,90 Ab	
	Packham's T.	41,55 Ac	67,60 Ba	47,53 Bb	

Letras minúsculas na linha e maiúscula na coluna não diferem pelo teste de Duncan (P<0,05).

**TABELA 6.** Concentração de sacarose (mg.g<sup>-1</sup>MS) durante do outono e inverno de 2006, nas cvs. Packham's Triumph e Abate Fetel, cultivadas em dois porta-enxertos de marmeleiro (Adams e EMC), em Vacaria-RS. PPGA/UFPel – Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2008.

CULTIVAR	TECIDO		
	Ramo	Base	Gema
Abate Fetel	27,26 aA	24,60 aA	6,91 bA
Packham's Triumph	29,87 aA	12,34 bB	6,13 cA
<b>Média</b>	<b>28,57 a</b>	<b>18,47 b</b>	<b>6,52 c</b>
PORTA-ENXERTO			
<b>Adams</b>	16,28 B		
<b>EMC</b>	19,43 A		

Letras minúsculas na linha e maiúscula na coluna não diferem pelo teste de Duncan (P<0,05)

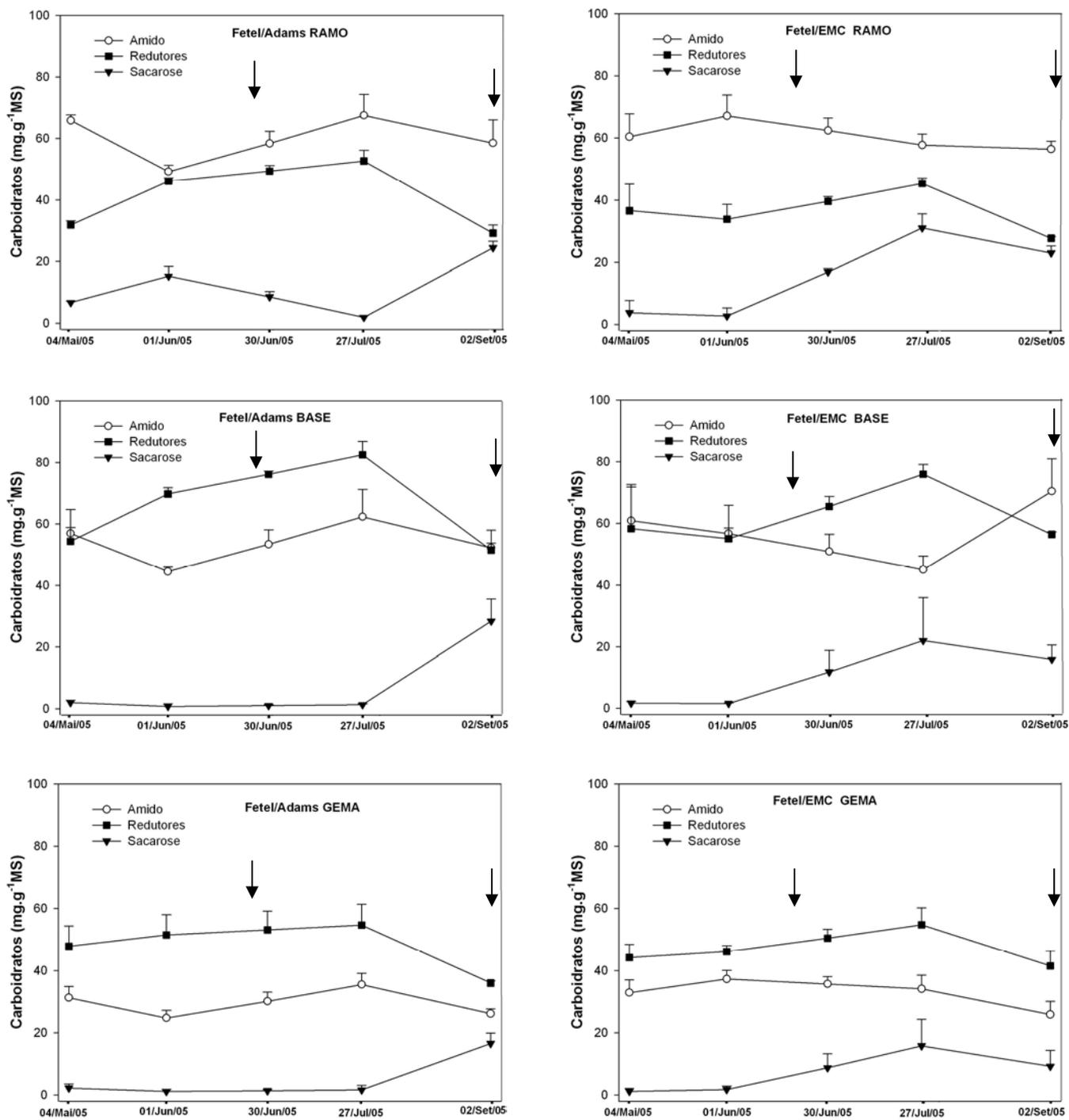
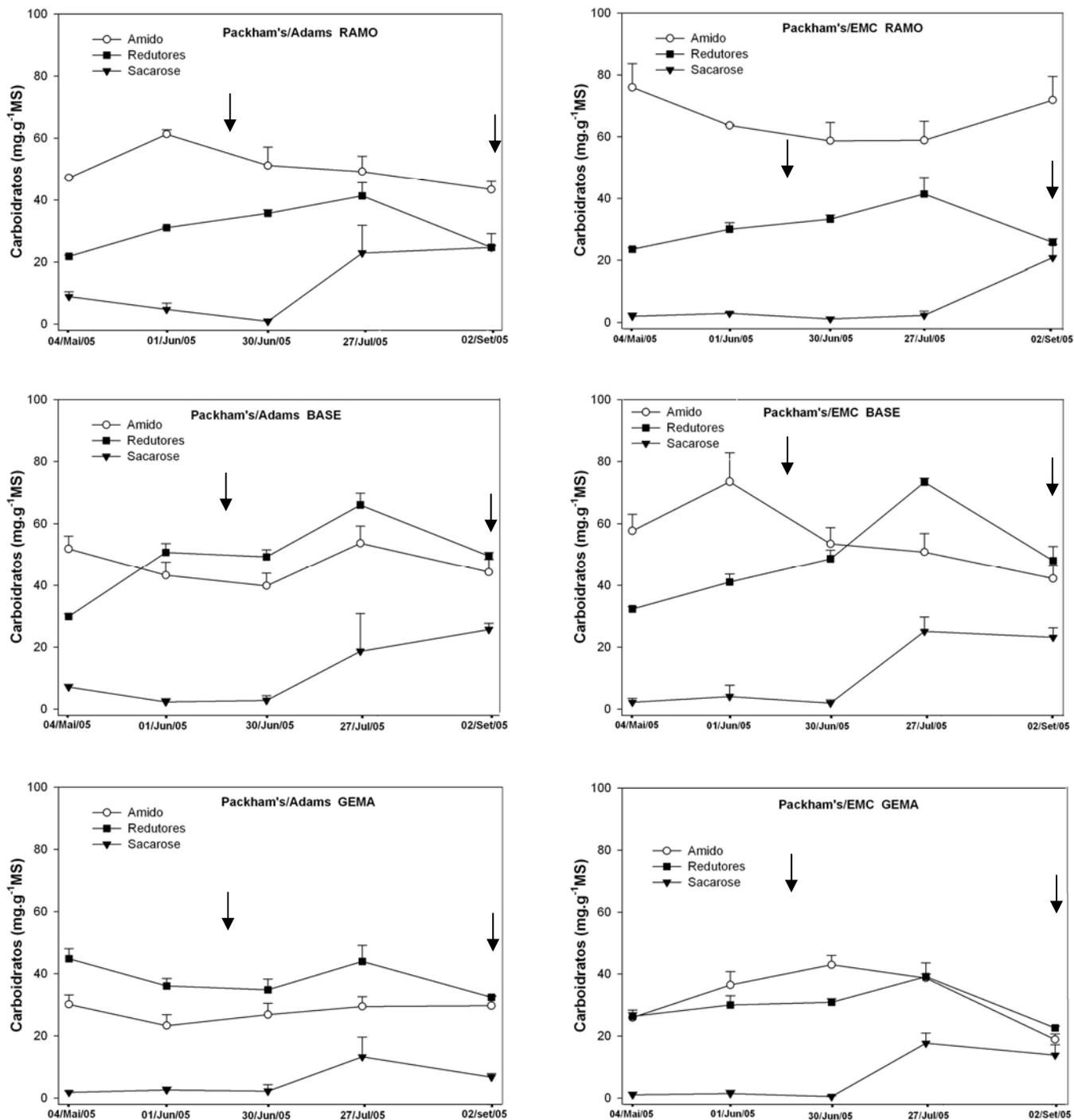
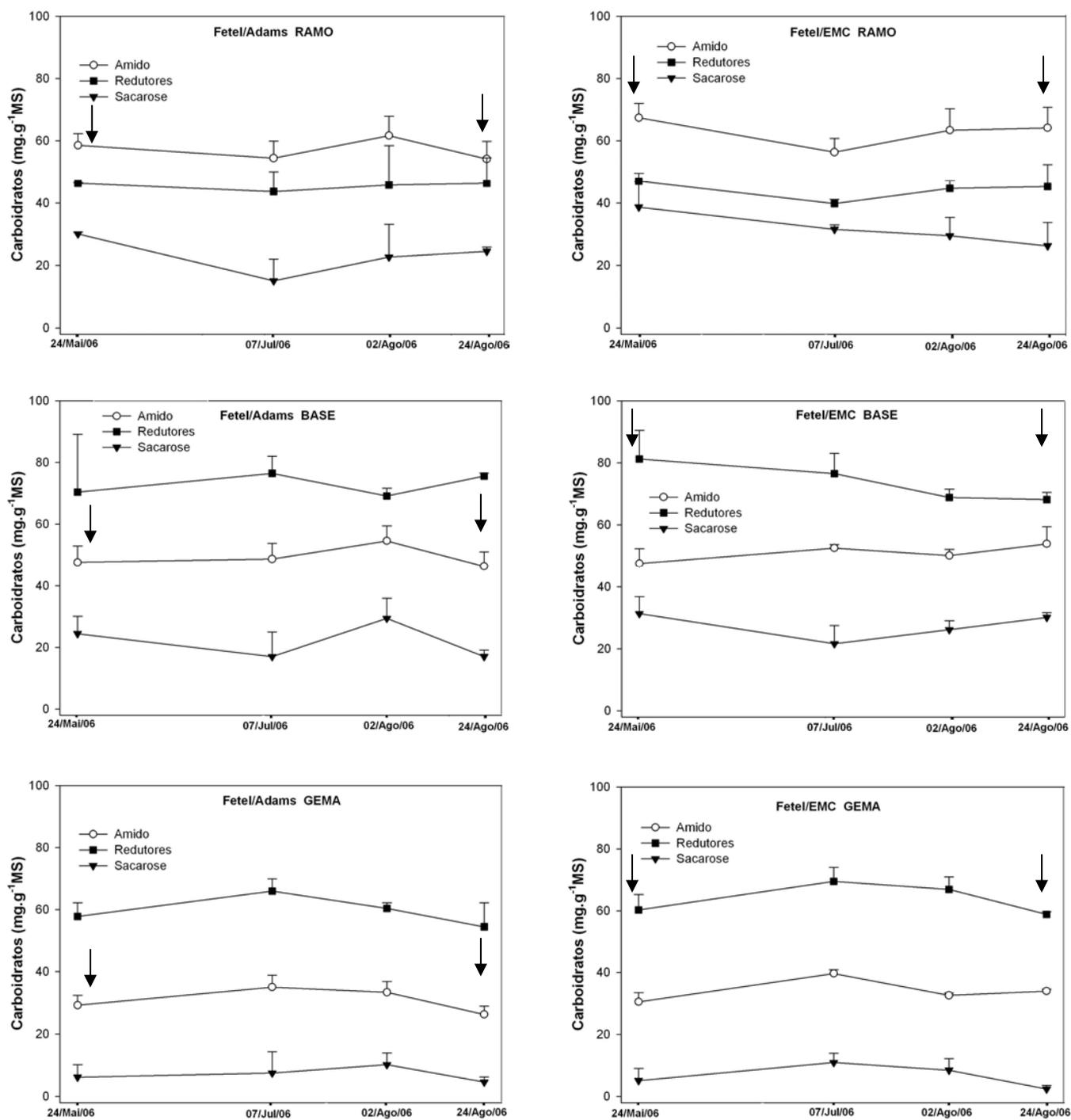


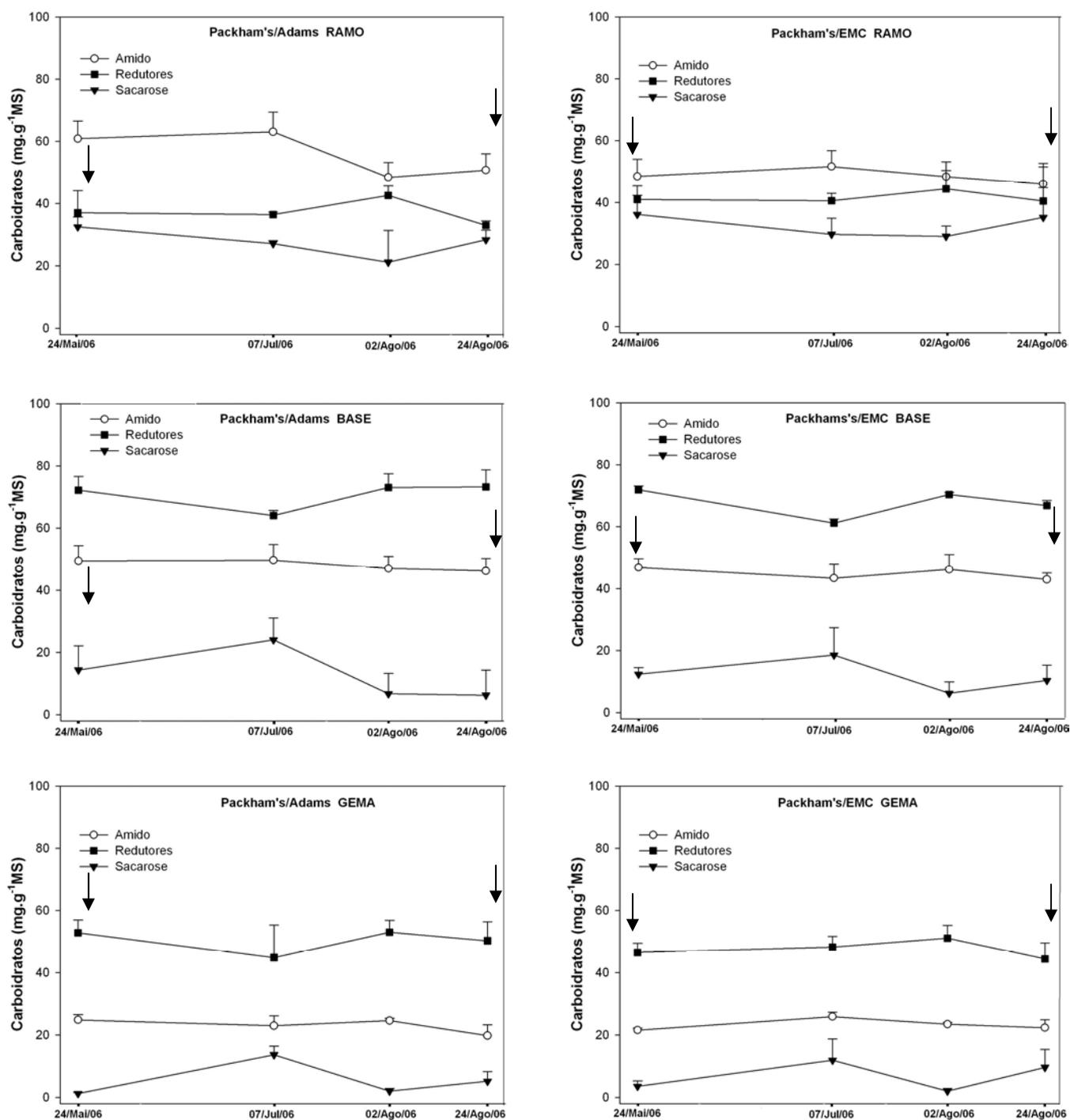
FIGURA 3. Concentração de carboidratos (mg.g<sup>-1</sup>MS) durante do outono e inverno de 2005, na cv. Abate Fetel, cultivadas em dois porta-enxertos de marmeleiro (Adams e EMC), em Vacaria-RS. PPGA/UFPel – Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2008. Setas: queda das folhas e brotação.



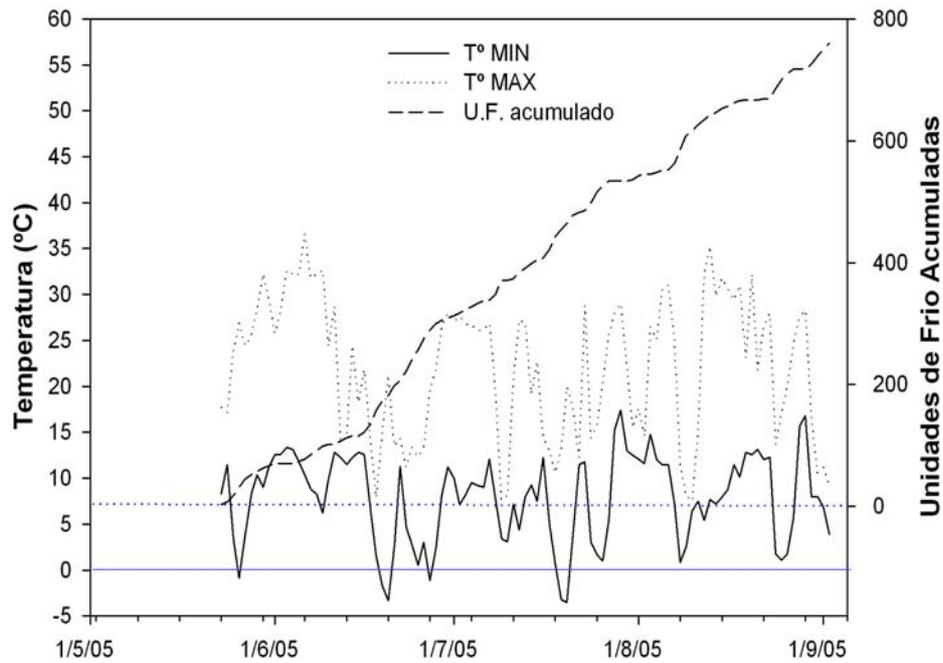
**FIGURA 4.** Concentração de carboidratos (mg.g<sup>-1</sup>MS) durante do outono e inverno de 2005, na cv. Packham's Triumph, cultivadas em dois porta-enxertos de marmeleiro (Adams e EMC), em Vacaria-RS. PPGA/UFPel – Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2008. Setas: queda das folhas e brotação.



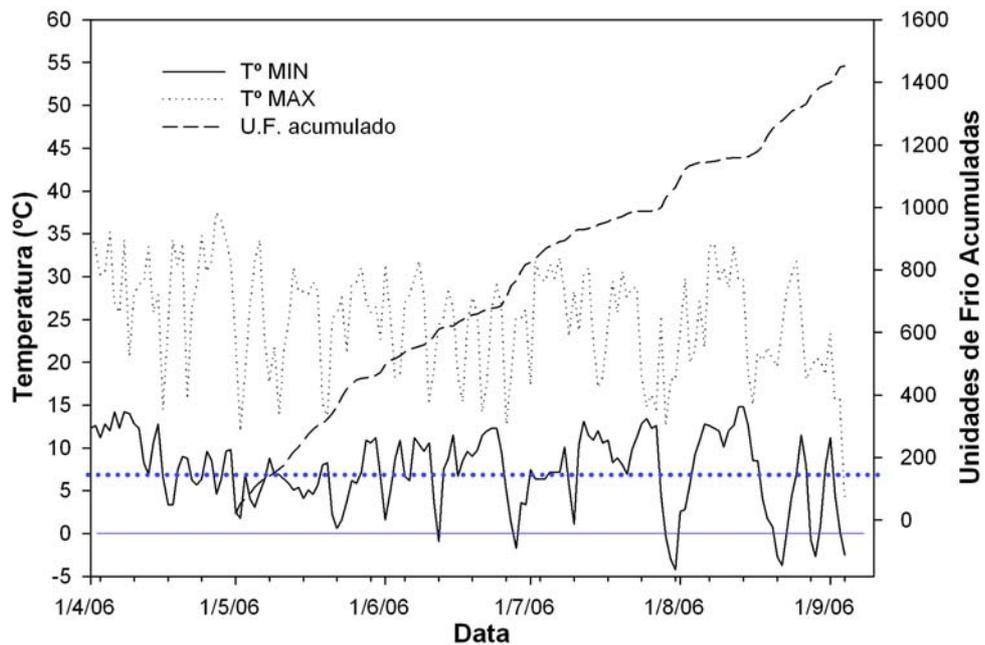
**FIGURA 5.** Concentração de carboidratos ( $\text{mg.g}^{-1}\text{MS}$ ) durante do outono e inverno de 2006, na cv. Abate Fetel, cultivadas em dois porta-enxertos de marmeleiro (Adams e EMC), em Vacaria-RS. PPGA/UFPel – Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2008. Setas: queda das folhas e brotação.



**FIGURA 6.** Concentração de carboidratos (mg.g<sup>-1</sup>MS) durante do outono e inverno de 2006, na cv. Packham's Triumph, cultivadas em dois porta-enxertos de marmeleiro (Adams e EMC), em Vacaria-RS. PPGA/UFPel – Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2008. Setas: queda das folhas e brotação.



**FIGURA 7.** Temperaturas mínimas e máximas e unidades de frio acumuladas, durante o outono e inverno de 2005, em Vacaria-RS. PPGA/UFPel – Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2008.



**FIGURA 8.** Temperaturas mínimas e máximas e unidades de frio acumuladas, durante o outono e inverno de 2006, em Vacaria-RS. PPGA/UFPel – Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2008.

## 6. NECROSES E ALTERAÇÕES MORFOLÓGICAS EM GEMAS FLORAIS DAS CULTIVARES DE PEREIRA PACKHAM'S TRIUMPH E ABATE FETEL, ENXERTADAS EM MARMELEIROS

**RESUMO** - O objetivo desse estudo foi avaliar a ocorrência de necroses e alterações morfológicas em gemas florais de pereiras das cvs. Packham's Triumph e Abate Fetel, enxertadas em marmeleiros Adams e EMC. O abortamento de gemas florais, caracterizado pela necrose e queda de gemas, ocasiona diminuição do potencial produtivo, sendo uma importante barreira para a expansão do cultivo de pereiras no Brasil. No entanto, nos últimos anos, em sistema de produção mais tecnificado, com a adoção de uma série de práticas, esse distúrbio tem sido menos intenso. Utilizou-se plantas em produção, conduzidas em pomar comercial em Vacaria-RS (28°30'S; 55°47'W). No ano de 2005 foi feita apenas uma coleta de gemas, realizada no final do inverno. Em 2006 foram realizadas coletas mensais durante o período do outono e inverno. As gemas florais preservadas em fixador FAA (10% de formol, 5% de ácido acético e 85% de álcool 70%), para posterior análise, em lupa estereoscópica. Procurou-se identificar e quantificar o número de primórdios, a ocorrência de tumores, necroses, e a duplicação de inflorescência. Identificou-se que a cultivar Packham's tem maior sensibilidade a ocorrência de necroses e tumores em gemas florais comparado a cv. Abate Fetel. Há diferença entre as cultivares quanto época de início da necrose: no final do outono na cv. Packham's e meados do inverno na cv. Abate Fetel. Tanto na cv. Packham's como na Abate Fetel ocorre a formação de tumores nas gemas florais e a duplicação da inflorescência, variável com o porta-enxerto. O porta-enxerto EMC quando combinado com a cv. Packham's intensifica as necroses e a ocorrência de tumores em comparação com o Adams. Quando cultivadas em sistema mais tecnificado, e utilizando porta-enxertos de marmeleiro, o nível de primórdios necrosados na cv. Abate Fetel é reduzido, enquanto que na cv. Packham's Triumph, níveis moderado, porém, sem comprometer o potencial de produção, o que demonstra que é perfeitamente possível conviver com o problema do abortamento até que seja encontrada uma solução definitiva. A ocorrência de necroses está frequentemente associada à presença de tumores.

**Termos para indexação:** *Pyrus* sp., *Cydonia*, abortamento floral, duplicação da inflorescência, morfologia, tumor

### NECROSIS AND MORPHOLOGICAL MODIFICATIONS IN FLORAL BUDS OF THE PEAR CULTIVARS PACKHAM'S TRIUMPH AND ABBÉ FETEL ON QUINCE ROOTSTOCKS

**ABSTRACT** – The purpose for this study was to evaluate the incidence of necrosis and morphological modifications in floral buds of the pear cultivars Packham's Triumph and Abbé Fetel on the quince rootstocks Adams and EMC. The pear floral bud abortion problem results in flower bud tissue necrosis and floral bud drop, what decrease the productivity potential of the trees. That floral bud abortion has been one of the limiting factors to the expansion of the pear crop in Brazil. However, during the last years, with the improvement of some cultural practices, floral bud abortion has been less frequent and less severe. Floral bud samples were collected from adult trees of two commercial orchards located in Vacaria –RS (28°30' S, 55°47' W) at the end of winter of 2005 and monthly from the autumn to the end of the winter of 2006. The sampled buds were kept in a FAA (10% formaldehyde + 5% acetic acid + 85% alcohol 70%) solution, until be examined under a stereo microscope. It were recorded per flower bud: number of flower primordia; number of primordia with necrosis; tumor formation; and occurrence of duplicated inflorescence. It was observed that the cv. Packham's Triumph floral buds had higher number of tumors, necrosed flower primordia, and inflorescence duplicated as compared as that of floral buds of cv. Abbé Fetel. It was also observed that in the floral buds of cv. Packham's Triumph the necrosis on the flower primordia started earlier (middle autumn) whereas in cv. Abbé Fetel the necrosis started at middle winter. In both cultivars occurred tumor formation and inflorescence duplication and that both abnormalities were affected by the rootstocks since the Packham's Triumph on EMC had higher numbers of flower primordia with necrosis and higher number of tumors. However, according to the data obtained, it is possible to conclude that both cultivars may be exploited commercially with success when grafted on both quince rootstocks tested, since used a technified management even for Packham's Triumph which had higher severity of flower bud incidence.

**Index terms:** *Pyrus* sp., *Cydonia*, flower bud abortion, inflorescence duplication, morphology, tumor

## 6.1. INTRODUÇÃO

As irregularidades no florescimento e frutificação estão entre os principais problemas para a produção de espécies lenhosas de importância comercial, especialmente em pereiras. A produção de frutas é o resultado final do ciclo que começa na iniciação floral e finaliza com a colheita. O número e a qualidade dos frutos dependem do número de flores, que por sua vez depende do número e da qualidade das gemas de flor. Portanto, para uma boa produção, é essencial a produção e a manutenção de gemas de flor em quantidade e qualidade suficientes, para que possa haver uma boa floração e o subsequente pegamento dos frutos. Nesse período, da formação das gemas de flor até o pegamento dos frutos, é importante o acúmulo de reservas nutricionais, condições climáticas adequadas e boa condição fitossanitária.

As gemas podem ser definidas como um rebento em um caule, em forma de botão escamoso, que pode produzir folhas ou flores, sendo formada por uma combinação de divisões anticlinais e periclinais (Esau, 1997). A gema dormente é um broto embrionário, constituído por um meristema apical, nós, internós e por pequenas folhas rudimentares, com gemas ou primórdios de gemas florais nas axilas, todos envolvidos por escamas (Raven et al., 1996). As inflorescências são estruturas ou eixos que produzem duas ou mais flores (Dibuz, 1997). As gemas de flor e as inflorescências da pereira são similares as de macieira, e contêm de sete a oito primórdios florais e são indeterminadas (Westwood, 1978).

A maior barreira para a expansão da pereira sempre foram os problemas técnicos, como a indefinição de porta-enxertos, manejo da cultura e o abortamento de gemas florais (Nakasu et al., 1995; Herter et al., 1994; 2001). Esse distúrbio atinge várias espécies de frutíferas (pessegueiro, nectarineiras, damasqueiros) e ocorre em vários países. No campo se observam gemas anormalmente infladas e com escamas protetoras dessecadas. Internamente ocorre a necrose dos primórdios florais, que atingem também a base das gemas e os tecidos condutores, levando a queda das gemas quando tocadas. Em pereira, a ocorrência varia com a época, cultivar, local e ano, e pode comprometer até 100% da produção (Nakasu et al., 1995; Herter et al., 1995; Marodin, 1998; Gardin, 2002; Nakasu & Leite, 1992). O abortamento de gemas florais é limitante para a produção de pêra, especialmente nas regiões com baixa ocorrência de frio. Até o momento, nenhuma hipótese foi comprovada quanto ao fator causal do distúrbio, nem de métodos efetivo de controle.

Para a elucidação das causas desse distúrbio alguns estudos têm fornecido mais detalhes quanto a condição interna das gemas florais da pereira. Identificou-se, por exemplo, a duplicação da inflorescência, fenômeno que eleva o número de primórdios florais por gema, em cultivares de origem asiática, as quais tem sérios problemas com necrose, além de deformações e abscisão dos

primórdios, necrose do pistilo, escurecimento de anteras e feixes vasculares (Verissimo et al., 2002; 2004). Outra anomalia identificada foi a ocorrência de tumores nos primórdios florais, que foram positivamente correlacionados com a percentagem de primórdios florais necrosados (Zecca, 2004).

No Brasil, por muitos anos se utilizou como porta-enxertos o marmeleiro, o *Pyrus communis* ou a cv. Kieffer. Porém, a partir de 1982 o uso dos marmeleiros foi cada vez menor devido a introdução de alguns porta-enxertos orientais pelo Centro Nacional de Pesquisa de Frutas Temperadas (atualmente Embrapa Clima Temperado), como o *Pyrus calleryana* e *Pyrus betulaefolia*. Essa tecnologia difundiu-se rapidamente, sendo uma prática comum na maioria dos pomares daquela época. A partir dos anos 90, o problema do abortamento de gemas florais tornou-se cada vez mais grave. Recentemente, tem sido retomado o uso dos marmeleiros, especialmente em pomares novos e mais tecnificados, como em Vacaria-RS, caso em que o abortamento floral não tem sido mais um problema limitante e a produção já é satisfatória, chegando a atingir 50 t ha.

O objetivo desse trabalho foi avaliar as gemas florais de pereiras, durante o período de repouso, identificando o índice de necrose e alterações morfológicas, nas cvs. Packham's Triumph e Abate Fetel, enxertadas em dois porta-enxertos de marmeleiro (Adams e EMC), conduzidas em pomar comercial, em Vacaria-RS.

## 6.2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em pomar comercial em produção, pertencente a Empresa Frutirol Agrícola, em Vacaria-RS (28°30'S; 55°47'W), localizado a cerca de 950 m de altitude. O clima da região é do tipo Cfb, segundo Köppen, temperado úmido e com temperatura média anual de 15,5°C. O somatório médio de horas de frio abaixo de  $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$  é de aproximadamente 800 horas (maio a setembro).

Utilizou-se as cvs. Abate Fetel e Packham's Triumph sobre dois porta-enxertos de marmeleiros (Adams e EMC). As plantas utilizadas foram de pomar implantado no inverno de 2000, em espaçamento 3 x 0,33m, conduzidas em palmeta e com irrigação por gotejamento. As gemas florais de esporões foram amostradas aleatoriamente na porção mediana das plantas e preservadas em fixador FAA (10% de formol, 5% de ácido acético e 85% de álcool 70%), para posterior análise. Nas análises sob lupa estereoscópica, as gemas foram descamadas (retirada das escamas uma a uma) com auxílio de pinças apropriadas, sem cortes, para possibilitar a melhor visualização da inflorescência, primórdios e demais peças florais.

Experimento 1 - No outono de 2005 foram selecionadas 40 plantas de cada combinação copa/porta-enxerto. Para cada combinação de copa/porta-enxerto, coletou-se, no final do inverno

(01/09/2005), 40 gemas florais por tratamento. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com oito repetições, sendo cada unidade experimental constituída de cinco plantas. Cada gema floral avaliada foi considerada uma unidade de observação. O delineamento de tratamentos foi um fatorial 2 x 2, sendo os fatores: (A) Cultivar copa, com dois níveis: Abate Fetel e Packham's Triumph; e (B) Porta-enxerto, com dois níveis: marmeleiros Adams e EMC. As variáveis analisadas foram: o número de primórdios florais por gema; gemas com início de necrose (%); primórdios necrosados (%); gemas florais com presença de tumor (%); e gemas com duplicação da inflorescência (%). A categoria chamada de 'início de necrose' foi utilizada como um parâmetro auxiliar da quantificação das necroses, a qual engloba não apenas a necrose em primórdios, mas também aquelas presentes em qualquer parte da inflorescência, tanto nos primórdios ou nas brácteas (Fig. 2A e 4D). Os valores em percentagem foram transformados pela equação:  $\arcsen\sqrt{x/100}$ .

Experimento 2 - No outono de 2006 foram selecionadas 30 plantas de cada combinação copa/porta-enxerto. Durante o período do outono e inverno de 2006 coletou-se mensalmente as gemas florais. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com três repetições, sendo cada unidade experimental constituída de 10 plantas. Cada gema floral avaliada foi considerada uma unidade de observação. O delineamento de tratamentos foi um fatorial 2 x 2 x 5, sendo os fatores: (A) Cultivar copa, com dois níveis: Abate Fetel e Packham's Triumph; (B) Porta-enxerto, com dois níveis: marmeleiros Adams e EMC; e (C) Época de coleta, com cinco níveis: 21/03; 24/05; 07/07; 02/08 e 24/08/06. As variáveis analisadas foram: o número de primórdios florais por gema; gemas com início de necrose (%); primórdios necrosados (%); gemas florais com presença de tumor (%) e gemas com duplicação da inflorescência (%). A categoria chamada de 'início de necrose' foi utilizada como um parâmetro auxiliar da quantificação das necroses, a qual engloba não apenas a necrose em primórdios, mas também aquelas presentes em qualquer parte da inflorescência, tanto nos primórdios ou nas brácteas (Fig. 2A e 4D). Os valores em percentagem foram transformados pela equação:  $\arcsen\sqrt{x/100}$ . Os dados foram analisados estatisticamente pelo programa WinStat (Sistema de Análise Estatística para Windows). Realizou-se a comparação de médias pelo teste Duncan ( $\alpha=0,05$ ) e análise de correlação de Pearson.

## 6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Necroses

No primeiro experimento, houve interações altamente significativas ( $P < 0,01$ ) para os fatores Cultivar x Porta-enxerto (Apêndice 3A) para as variáveis início de necrose e primórdios necrosados. O porta-enxerto EMC quando combinado com a cv. Packham's Triumph intensificou a necrose de primórdios, apresentando 28,49% de primórdios necrosados, contra 13,93% sobre o Adams (Tabela 1). Verificou-se que, ao final do inverno de 2005 a cv. Packham's Triumph teve maior quantidade de gemas florais com início de necrose (Figuras 2A e 4D), apresentando 88,75% enquanto que a Abate Fetel teve 58,75%. Ou seja, no final do inverno, uma grande quantidade de gemas florais possui algum sinal de necrose na porção interna das gemas. De modo geral, a ocorrência de necroses (Figuras 2B e 4C) foi mais freqüente na cv. Packham's Triumph.

A cv. Packham's Triumph tem o hábito de formar mais gemas florais por planta do que a cv. Abate Fetel, fato que pode intensificar a competição por reservas nutricionais e, assim, justificar a maior quantidade de primórdios com necrose. Outro aspecto a considerar é que a cv. Packham's Triumph originam plantas vigorosas, enquanto que o EMC é um porta-enxerto de marmeleiro mais ananizante e, portanto, possui maior poder de contenção do crescimento. Constatou-se, em condições de campo, que na época em que as plantas estão com carga de frutos, o porta-enxerto EMC induz vigor insuficiente para expressar todo o potencial produtivo da Packham's Triumph. Por outro lado, o marmeleiro Adams, um pouco mais vigoroso, pode estar possibilitando uma melhor produção para essa cultivar.

Houve correlação positiva significativa ( $P < 0,01$ ) entre as variáveis início de necrose x primórdios necrosados ( $r = 0,63$ ). O comportamento de cada combinação quanto às necroses pode ser visualizado na figura 1.

No ano de 2006 (segundo experimento), houve interação altamente significativa entre os fatores Cultivar e Época de coleta para as variáveis início de necrose e primórdios necrosados (Apêndice 4A). Verificou-se que as necroses começaram a ser identificadas a partir da terceira coleta (07/07) em gemas da cv. Packham's Triumph, nos dois porta-enxertos utilizados (Figura 5), o que significa que as necroses surgiram entre as coleta de 24/05 e 07/07, ou seja, no final do outono e início do inverno. Na cv. Abate Fetel, as necroses foram identificadas somente a partir da coleta de 02/08, nos dois porta-enxertos (Tabela 3). Assim, no caso, pode se afirmar que as necroses nessa cultivar surgiram entre 07/07 e 02/08 (em meados do inverno). Alguns autores relatam que as necroses começam já no outono (Montesinos & Vilardell, 1991; Arruda & Camelatto, 1999;

Marodin, 1998). No caso, como o estudo foi desenvolvido em uma região mais indicada para o cultivo, e em plantas em pomar comercial, com bom nível de tecnologia, as necroses surgiram mais próximas do período de inverno.

Nas avaliações de 2006, novamente evidenciam que o problema de necroses é mais grave na cv. Packham's Triumph que na Abate Fetel, independente do porta-enxerto utilizado (Tabelas 2 e 3). Enquanto que ao final do inverno a cv. Packham's apresentou 25% de primórdios necrosados, a cv. Abate Fetel teve apenas 2% dos primórdios atingidos, independente do porta-enxerto utilizado. No final do inverno, a cv. Packham's Triumph apresentou cerca de 70% de gemas com início de necrose, bem acima dos valores registrados para a 'Abate Fetel', que foi de apenas 10% (Tabela 3).

Observou-se que tanto a percentagem de gemas com início de necrose quanto a de primórdios necrosados se intensificam nas últimas coletas, atingindo o máximo antes da brotação (Tabelas 2 e 3). Esse resultado está de acordo com o encontrado em outros estudos (Montesinos & Vilardell, 1989; 1991; Nakasu et al., 1995; Gardin, 2002). Assim como no ano anterior, verificou-se que houve correlação positiva altamente significativa ( $r=0,93$ ) para a percentagem de gemas com início de necrose x primórdios necrosados (Figura 5).

No Brasil, o abortamento de gemas florais em pereira é observado desde 1968, em cultivares européias, na região de Pelotas (RS), Videira e Fraiburgo (SC). Tendo em vista que há vários estudos que atribuem altos índices de abortamento de gemas na cv. Packham's Triumph no Sul do Brasil (Nakasu et al., 1995; Herter et al., 1995; Berton & Denardi, 2003), chegando em alguns casos a atingir 100% das gemas de flor, especialmente nas regiões marginais com baixo acúmulo de frio, os resultados obtidos em termos de nível de necroses, em pomar comercial em Vacaria-RS, são promissores.

De acordo com Marodin (1998), as plantas adultas com abortamento de até 50% das gemas podem produzir carga satisfatória de frutos. Isto significa que, adotando medidas que reduzam os índices de abortamento, possivelmente se possa conviver com o problema.

Nos dois anos de estudo o nível de abortamento total (quando a gema não forma nenhuma flor), observado em condições de campo foi bastante baixo, sempre abaixo de 5% em todas as combinações. Portanto, confrontando esse dado com os de necroses de primórdios, que são mais elevados, constata-se que em muitas gemas ocorre abortamento parcial (quando menos de 4 flores/gema são formadas). Nessas observações de campo, verificou-se que o abortamento de gemas foi mais freqüente na porção mediana e basal das plantas, constatação evidente principalmente na combinação Packham's Triumph/EMC. Quanto às estruturas de frutificação, o abortamento foi mais freqüente em gemas laterais de ramos médios ( $\pm 50$  cm) e de brindilas.

De modo geral, nos dois anos de estudo em Vacaria-RS, mesmo na cv. Packham's Triumph onde o nível de ocorrência de necrose foi relativamente alto (20-30%), isso não comprometeu a produção.

## **Tumores**

Quanto à ocorrência de tumores houve diferença entre as cultivares no ano de 2005 (Apêndice 3A). Na cv. Packham's Triumph, das gemas coletadas no final do inverno de 2005, cerca de 70% delas apresentaram tumores na parte interna das gemas (Figuras 2D e 2E). Na cv. Abate Fetel, essa anomalia esteve presente em cerca de 25-30% das gemas (Tabela 1). As análises de correlação identificaram correlação positiva, altamente significativa ( $P < 0,01$ ), para as seguintes variáveis: início de necrose x presença de tumores ( $r = 0,71$ ), presença de tumores x primórdios necrosados ( $r = 0,67$ ) [Figura 1].

Nas gemas coletadas em 2006, novamente a ocorrência de tumores foi mais intensa na cv. Packham's Triumph, atingindo cerca de 40% das gemas ao final do inverno. Houve interação altamente significativa entre os fatores Cultivar e Época de coleta (Apêndice 4A). Nesta cultivar os tumores começaram a ser visualizados a partir da terceira coleta, no início de julho, justamente no período em que começam a ser identificadas gemas com necroses, e se tornaram mais frequentes nas coletas subsequentes (Tabela 4). Na cv. Abate Fetel foram identificadas poucas gemas com tumores, cerca de 5% no início de agosto (Tabela 4), coincidindo também com o início de necrose nas gemas (Tabela 3). Houve interação altamente significativa entre os fatores Cultivar e Porta-enxerto. (Apêndice 4A). A ocorrência de tumores é mais grave quando se utiliza a cv. Packham's Triumph sobre o porta-enxerto EMC (Tabela 4).

Os tumores ocorreram mais frequentemente nos primórdios e nas brácteas protetoras dos primórdios, porém, podem ocorrer por toda a inflorescência e, eventualmente, nas escamas das gemas. De modo geral, quando identificado tumor e necrose na mesma gema, ambos frequentemente estão presentes nos mesmos primórdios (Figuras 2C e 2E). As análises estatísticas revelaram que novamente houve correlação positiva, altamente significativa, entre presença de tumor x início de necrose ( $r = 0,77$ ) e presença de tumor x primórdios necrosados ( $r = 0,65$ ). Apesar disso, ocorrem primórdios parcial ou totalmente necrosados sem presença de tumor. Também foram encontrados tumores em primórdios sem necrose. Possivelmente, esses primórdios venham a desenvolver necrose mais tardiamente. Verificou-se, portanto, que há uma estreita relação entre a ocorrência de necroses e a de tumores. Nota-se que geralmente quando há presença de tumor também há algum nível de necrose, mesmo que seja inicial.

No final do inverno, os primórdios visualmente sadios são bem desenvolvidos, sem tumores, necroses ou qualquer outra alteração. Baseado nisso, é possível sugerir que os primórdios com tumores ou necroses não completam seu desenvolvimento.

As inflorescências sadias não têm necroses nem tumores, possuem cerca de 6-9 primórdios, de coloração clara, com escamas das gemas de coloração marrom escuro, firmes, mantendo a gema bem fechada (Figuras 3). Essas características foram mais frequentes na cv. Abate Fetel.

Zecca (2004), também verificou que há uma alta correlação positiva entre percentagem de primórdios florais com tumores e a percentagem de primórdios florais necrosados. Tem sido sugerido que a presença de tumores associados a bactérias estariam diretamente envolvidos no abortamento de gemas florais em pereira.

Baseado no estudo de Glickmann et al. (1998), esses tumores estariam sendo causados por bactérias do grupo *Pseudomonas*, que estariam liberando AIA no meio, que seria capaz de induzir a formação de tumores. Segundo Bonner & Galston (1970), a formação de tumores em função da presença de bactérias é mediado, possivelmente, via auxina, como ocorre em infecções por *Agrobacterium tumefaciens*, que causa galha em tecidos vegetais. Os tecidos tumorais muitas vezes são capazes de produzir sua própria auxina.

Na Espanha, Montesinos & Vilardell (1991) e Montesinos et. al. (1992), já haviam identificado a presença de *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* e associado às causas da necrose de gemas florais, sendo que a severidade do ataque é aumentado pela ação do frio e alguns fatores relacionados ao estado nutricional das plantas durante o inverno, em termos de macro e micronutrientes e açúcares solúveis, conforme verificado por Gispert et al. (1990). Vilardell et al. (1991) relataram que 78% das bactérias isoladas em gemas de pereira e 95% das nucleadoras de gelo correspondiam a *Pseudomonas syringae*. Além disso, cerca de 40% das *P. syringae* eram tanto patogênicas como nucleadoras de gelo.

De acordo com Larcher (2000), bactérias nucleadoras de gelo (*Pseudomonas* e *Erwinia*) podem provocar o congelamento dos tecidos vegetais com temperaturas logo abaixo de 0°C, sendo que a formação do gelo espalha-se rapidamente pelos feixes vasculares e nos tecidos homogêneos.

No Brasil, Marodin (1998) identificou a presença da bactéria *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* em gemas provenientes de quatro locais, porém descartou a possibilidade desta ser o fator causal do distúrbio, pois esse grupo de bactéria estaria associado a nucleação do gelo e nas nossas condições não haveriam temperaturas suficientemente baixas para causar a nucleação e, conseqüentemente, a necrose dos tecidos e das gemas.

Em experimentos na Espanha, aplicações de produtos antimicrobianos tiveram resultados positivos com o uso de Fosetil-Al (etil fosfonato de alumínio, fungicida). O melhor resultado foi obtido com aplicação do fosetil-Al na concentração de 250 g do produto comercial/100 L de água, a cada 15 dias, entre os meses de maio a junho (novembro e dezembro no Brasil), durante o período vegetativo, possibilitando uma eficácia moderada, com incremento em torno de 60% na produção de pêras no ano seguinte ao tratamento, comparado ao controle (Montesinos & Vilardell, 1991; Montesinos & Vilardell, 1996). De acordo com Montesinos & Vilardell (2001), apesar da grande variabilidade de controle, o fosetyl-Al possibilita um moderado controle do distúrbio e muitas vezes possibilitam a formação de suficiente número de gemas florais por planta, capaz de manter uma produção comercial. Relatam que em Girona, Espanha, de 31 pomares comerciais tratados com fosetyl-Al em 22 houve a redução do distúrbio no ano seguinte.

No mesmo estudo, tanto a presença como o nível de população de *P. syringae* não foi consistentemente relacionado ao distúrbio nos pomares estudados, e os tratamentos com fosetyl-Al não reduziram consistentemente os níveis da bactéria. Em ensaio, Moragrega et al. (1998) identificaram que vários fosfonatos em altas doses, incluindo o fosfito de potássio e fosetyl-Al, foram efetivos no controle de *P. syringae* pv. *syringae* em pereiras mantidas em condições controladas. Verificaram também que este produto químico e seus derivados têm baixa atividade *in vitro* contra bactérias. De acordo com Vilardell et al. (1991) e Montesinos & Vilardell (1991), o fosetyl-Al não tem atividade *in vitro*, mas é altamente translocável, metabolizado e convertido a fosfonato pela planta (com atividade microbicida direta, bloqueando a multiplicação do patógeno) e de estimular uma resposta defensiva pelas plantas através de fitoalexinas, ligninas, compostos fenólicos, etc. Assim, tem sido sugerido que o fosetyl-Al pode atuar contra bactérias por mecanismo indireto mediado pela planta, estimulando o sistema de defesa das plantas. As aplicações devem ser durante o período vegetativo, pois é absorvido através da cutícula das folhas.

No Brasil, Berton & Denardi (2003) verificaram que três aplicações de Aliette (etil fosfonato de alumínio ou fosetyl-Al) em pereiras durante os meses de novembro e dezembro não surtiu efeito na floração seguinte, como os descritos na Espanha, por Montesinos & Vilardell (1991). Zecca (2004) verificou que a aplicação de fosfito de potássio (300 ml/100L), aplicado a cada 15 dias a partir de janeiro até a queda das folhas, reduziu a porcentagem de necrose de primórdios florais nas gemas de pereira da cv. Bartlett, em Canelones/Uruguai.

As bactérias *P. syringae* são epífitas de muitas plantas e associadas às gemas florais, muitas vezes sem causar doença, e encontram abrigo nas escamas das gemas, fato que reduz a eficiência

das pulverizações, o que pode justificar as variações no nível de controle com o uso de fosetil-Al (Aliette).

Convém salientar que a empresa onde este estudo foi realizado mantém um rígido controle fitossanitário, especialmente durante a floração e pós-floração, com aplicações regulares com altas doses de Aliette (1-3 kg/ha) e do uso de bactericidas. Também há um efetivo controle de insetos.

### **Duplicação da Inflorescência e Número de Primórdios Florais por Gema**

Outra alteração relativamente freqüente na cv. Packham's Triumph foi a duplicação da inflorescência (Figura 2F), presente em 21% das gemas coletadas no final do inverno de 2005, e menor na cv. Abate Fetel, com apenas 2,5% (Tabela 1). Esse distúrbio já havia sido relatado em pereiras asiáticas por Verissimo et al. (2002) e posteriormente por Marafon et al. (2007), e caracteriza-se pela formação de duas ou mais inflorescências contidas em uma mesma gema floral, levando ao conseqüente aumento no número de primórdios florais (Figura 2G). Assim, também houve diferença no número de primórdios por gema entre cultivares, sendo maior na Packham's Triumph. Houve diferenças entre os porta-enxertos, sendo o número de primórdios maior no marmeleiro EMC (Tabela 1).

O número de primórdios florais por gema foi maior na cv. Packham's Triumph devido a essa maior duplicação da inflorescência, fazendo com que em vez de haver de 6-9 primórdios florais por gema, ocorra de 11-15, sendo duas inflorescências, cada uma com cerca de 4-9 primórdios contidas na mesma gema floral. As análises estatísticas identificaram que houve correlações positivas altamente significativas para a variável duplicação da inflorescência x número de primórdios ( $r=0,85$ ), início de necrose x número de primórdios ( $r=0,57$ ), presença de tumor x número de primórdios ( $r=0,63$ ) e duplicação da inflorescência x ocorrência de tumores ( $r=0,45$ ) [Figura 1]. Assim, tanto a ocorrência de tumores quanto o número de primórdios florais por gema, possuem certa associação com a incidência de necrose nas gemas florais em pereiras.

Nas gemas coletadas em 2006, esse fenômeno da duplicação foi menos freqüente, mesmo na cv. Packham's Triumph, chegando a atingir no máximo 11,67% das gemas na coleta de 02/08, e apenas 6,67% na cv. Abate Fetel (Tabela 5). Na última coleta, antes da brotação, foi observada a menor ocorrência de duplicação da inflorescência (Tabela 5), situando-se abaixo de 2% nas duas cultivares, confirmado pela redução do número de primórdios no mesmo período (Figura 7A). A partir disso, acredita-se que os primórdios que apresentam inflorescências duplicadas não prosseguem seu desenvolvimento normal e, provavelmente, desenvolvem necroses e abortam. Houve interação altamente significativa entre os fatores Cultivar e Porta-enxerto para a variável

número de primórdios por gema (Apêndice 4A), sendo maior o número de primórdios na cv. Packham's Triumph enxertada em Adams (Tabela 5).

Houve correlação positiva altamente significativa entre a ocorrência de duplicação x número de primórdios ( $r=0,46$ ), duplicação x início de necrose ( $r=0,34$ ), e correlação significativa entre duplicação x primórdios necrosados ( $r=0,29$ ). Assim, apesar de ter significância estatística, os coeficientes de correlação foram baixos.

Portanto, esses dados evidenciam que a formação de duplicação da inflorescência e a maior formação de primórdios florais por gema também ocorre em cultivares de origem européia. No entanto, os níveis de ocorrência são baixos na cv. Abate Fetel e moderados na cv. Packham's Triumph. Assim, tanto a duplicação da inflorescência como a ocorrência de tumores tiveram o mesmo comportamento que a ocorrência de necrose, ou seja, nas primeiras coletas praticamente não houve ocorrência de distúrbios nas gemas, mas ao longo do inverno os problemas se intensificaram e essas anomalias tornaram-se mais frequentes.

Esse distúrbio de duplicação da inflorescência é mais freqüente em pereiras asiáticas, tendo sido relacionado a maiores índices de abortamento de gemas florais em regiões com baixo acúmulo de frio, no Sul do Brasil (Verissimo et al., 2004). No mesmo estudo, foram encontradas outras alterações a nível de biologia floral, como deformações e abscisão dos primórdios, necrose do pistilo, escurecimento de anteras e de feixes vasculares. Essas alterações nas gemas foram atribuídas a causas climáticas, mostrando diferentes graus de adaptação das plantas, pois os problemas se intensificaram em regiões com menor acúmulo de frio. Em cultivares de origem asiática, nessas regiões, com maior formação de primórdios por gema, aliado à menor quantidade de reservas nutricionais (Gardin, 2002; Rodrigues et al., 2006), ocorre uma forte competição entre os primórdios próximo à brotação, justamente no período em que o abortamento de gemas florais aumenta abruptamente.

### **Outras considerações**

Em termos qualitativos podemos fazer algumas considerações. Em geral, as escamas das gemas da cv. Abate Fetel parecem mais sadias externamente (Figura 3A), com coloração mais característica, ou seja, de coloração marrom, e parecem estar mais firmes, possibilitando um melhor isolamento das gemas. Internamente, as inflorescências são normais (Figura 3B), com coloração clara e geralmente sem tumores, duplicação da inflorescência ou necroses nos primórdios florais (Figuras 3C e 3D).

O mesmo não acontece com a cultivar Packham's Triumph, onde é freqüente a ocorrência de gemas externamente escurecidas, com escamas mais escuras e quebradiças. Esse escurecimento das escamas evolui gradualmente de março até o final de agosto (Figura 4A), sendo que no final do inverno as gemas apresentam menos escamas. Nesses casos, também há ocorrência de pontuações negras (de origem desconhecida) associados a essas escamas (Figura 4B). Essas pontuações já são evidentes em março e intensificam-se ao longo do período de repouso. Internamente, nessas gemas, é freqüente a presença de necroses (Figura 4C). Na cv. Abate Fetel o escurecimento das escamas e as pontuações negras também ocorrem, porém, em menor freqüência. É importante realizar estudos futuros a fim de compreender as possíveis causas de tais alterações.

Identificou-se que as necroses iniciam-se na porção apical da inflorescência (Figura 4C), atingindo primeiramente os ápices das brácteas e primórdios (Figuras 4D e 2A) e progride para a base, também relatado na Espanha, por Montesinos & Vilardell (2001).

Pelos dados apresentados, dos dois anos de estudo, o abortamento é maior na cv. Packham's Triumph do que na Abate Fetel. Isso evidencia que há um forte componente genético, fazendo com que determinadas cultivares sejam mais ou menos suscetíveis. De acordo com Faoro (2001), em pereiras européias existe influência genética na predisposição ao abortamento, a qual é de ação independente da exigência em frio hibernal, pois a necrose ocorre mesmo que floresçam mais cedo ou mais tardiamente.

Dependendo da severidade da necrose, o número de flores por cacho floral pode ser reduzido. Foi observado que, mesmo em gemas com primórdios necrosados e/ou presença de tumores é possível que poucos primórdios não sejam afetados (abortamento parcial), os quais parecem seguir o desenvolvimento normal, chegando à fase que antecede a brotação em condições de formar algumas flores sadias. Portanto, se ao menos um primórdio por gema for capaz de formar flor, e se houver fecundação e, posteriormente, o pegamento do frutinho, é possível a produção de fruta. Talvez isso explique o porquê da boa produção mesmo na cv. Packham's Triumph, em Vacaria-RS.

Na empresa, na qual realizou-se este estudo, é realizado o monitoramento da presença de bactéria *Pseudomonas*, o que justifica as sucessivas aplicações de Aliette e bactericidas, especialmente na floração e pós-floração para manter a sanidade dos pomares. Boa parte do sucesso do cultivo obtido nos pomares pode ser atribuído a esse controle fitossanitário. Além disso também é realizado o controle da adubação, dando especial atenção a adição de matéria orgânica, e aplicações de nitrogênio (N), potássio (K) e micronutrientes.

Por muitos anos o abortamento de gemas florais foi considerado o maior entrave para a cultivo da pereira no Sul do Brasil (Nakasu et al., 1995 e Herter et al., 2001). Assim, com as transformações no sistema de produção, essa questão já não parece mais ser limitante, ao menos nas regiões mais recomendadas para o cultivo. Apesar de não se conhecer qual fator foi mais determinante para o aumento da produtividade, parece ser perfeitamente possível conviver com o problema desde que adotado algumas precauções, como o uso de mudas sadias, de cultivares com baixo a moderado requerimento em frio, optando quando possível por porta-enxertos de marmeleiro, uso de irrigação, poda, quebra de dormência, uso de biorreguladores para aumentar o pegamento de frutos, adubação (dando especial atenção ao nitrogênio e potássio) e controle fitossanitário, incluindo também a aplicação do fungicida Aliette (etil fosfonato de alumínio ou fosfito de potássio).

Assim, de modo geral, os resultados encontrados são bastante animadores, pois mesmo com algum abortamento a quantidade de gemas sadias é suficiente para uma satisfatória produção (12 a 50 t ha), e comprova os recentes bons resultados obtidos com a cultura da pereira quando bem manejada. Apesar da obtenção de boa produtividade, esta é ainda insatisfatória tendo em vista que as plantas ainda não expressaram todo seu potencial produtivo em função dos temas discutidos nesse trabalho.

#### **6.4. CONCLUSÕES**

1. A cultivar Packham's Triumph tem maior sensibilidade a ocorrência de necroses e tumores em gemas florais comparado a cv. Abate Fetel.
2. Há diferença entre as cultivares quanto época de início da necrose: no final do outono na cv. Packham's Triumph e meados do inverno na cv. Abate Fetel.
3. Tanto na cv. Packham's Triumph como na Abate Fetel ocorre a formação de tumores nas gemas florais e a duplicação da inflorescência, variável com o porta-enxerto, porém, o EMC quando combinado com a cv. Packham's Triumph intensifica as necroses e a ocorrência de tumores em comparação com o Adams.
4. Quando cultivadas em sistema mais tecnificado, e utilizando porta-enxertos de marmeleiro, o nível de primórdios necrosados na cv. Abate Fetel é reduzido, enquanto que na cv. Packham's Triumph, o nível é moderado, porém, sem comprometer o potencial de produção, o que demonstra que é perfeitamente possível conviver com o problema do abortamento até que seja encontrada uma solução definitiva.
5. A ocorrência de necroses está freqüentemente associada à presença de tumores.

## 6.5. REFERÊNCIAS

- 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.
- BERTON, O.; DENARDI, F. Efeito do aliette e da calda bordalesa no controle do abortamento de gemas floríferas em pereira. **Agropecu. Catarin.**, v.16, n.1, mar., 2003.
- BONNER, J.; GALSTON, A.W. **Princípios de Fisiologia Vegetal**. Editora Aguilar, 5º Ed., Madrid, 1970. 485p.
- DIBUZ, E. Types of blooming sequence of flowers in the inflorescence of pear varieties. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.475, p. 231-235, 1997.
- ESAU, K. O caule: estágio primário de crescimento. In: **Anatomia das plantas com sementes**. MORRETES, B. L. São Paulo, Edgard Blucher, reimpressão, p.160-185, 1997.
- FAORO, I.D. Morfologia e fisiologia. In: EPAGRI. **Nashi, a pêra japonesa**. Florianópolis: Epagri/Jica, 2001. Cap. 2, p. 67-94.
- GARDIN, J.P.P. **Abortamento de gemas florais e níveis de carboidratos em gemas e ramos de pereira, cultivar Nijisseiki, no outono e inverno**. 2002. 40p. Dissertação (Mestrado) IB-Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2002.
- GISPERT, M.; RECAS, E.; MONTESINOS, E.; VILARDELL, P. Evaluación de las pérdidas producidas por la anulación de yemas florales en peral, en relación a su estado nutricional. I Congreso Ibérico de Ciências Horticolas, **Actas...**, Lisboa, v. 4, p.67-72, 1990.
- GLICKMANN, E.; GARDAN, L.; JACQUET, S.; HUSSAIN, S. Auxin production is a common feature of most pathovars of *Pseudomonas syringae*. **Molecular Plant Microbe Interactions** 11 (2), p. 156-162, 1998.
- HERTER, F.G.; CAMELATTO, D.; NAKASU, B. H.; FINARDI, N. L. Incidência de abortamento floral em cultivares de pereira, no Rio Grande do Sul. In: REUNIÃO TÉCNICA DE FRUTICULTURA, n.4, 29-30 nov. 1995, Porto Alegre, **Anais...** Porto Alegre: FEPAGRO, p. 95-97, 1995.
- HERTER, F.G.; RASEIRA, M.C.B.; NAKASU, B.H. Época de abortamento de gemas florais em pereira e sua relação com temperatura ambiente, em Pelotas - RS. **Rev. Bras. Frutic.**, Cruz das Almas, v.16, n.1, p. 108-114, 1994.
- HERTER, F.G.; VERISSIMO, V.; CAMELATTO, D.; GARDIN, J.P.P.; TREVISAN, R. Abortamento de gemas florais de pereira no Brasil. In: SEMINÁRIO SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 1, 2001, Florianópolis. **Anais...** p.106-114.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa Artes e textos, 2000. 531p.
- MARAFON, A.C.; HERTER, F.G.; HAWERROTH, F.J. Occurrence time and intensity of flower bud necrosis and inflorescence duplication in pear trees cv. Housui (*Pyrus pyrifolia* Burm. Nak.) during the

dormancy period in Pelotas-RS. VIII International Symposium of Temperate Zone Fruits in the Tropics and Subtropics, ISHS, **Abstracts...** p. 62-63, Florianopolis, October, 2007.

- MARODIN, G.A.B. **Época e intensidade de abortamento de gemas florais em pereira (*Pyrus communis* L.) cv. Packham's Triumph em ambiente com distintas condições climáticas**, 1998. 191f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998.
- MONTESINO, E.; GISPERT, M.; RECAS, E.; VILARDELL, P. Assessment of key parameters for monitoring and forecasting blast of dormant flower buds in commercial pear orchards in Catalunya, Spain. **Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica** 27 (1-4), pp. 465-471, 1992.
- MONTESINOS, E.; VILARDELL, P. On the role of *Pseudomonas syringae* in blast of pear trees in Catalunya, Spain. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.256, p.143-151, 1989.
- MONTESINOS, E.; VILARDEL, P. La necrosis de yemas de flor en el peral. Una enfermedad compleja y difícil control. **Fruticultura Profesional**, Barcelona, n.78, p.88-94, 1996.
- MONTESINOS, E.; VILARDELL, P. Effect of bactericides, phosphonates and nutrient amendments on blast of dormant flower buds of pear: a field evaluation for disease control. **European Journal of Plant Pathology** n.107, p.787-794, 2001.
- MONTESINOS, E.; VILARDELL, P. Nuevos avances en el control de la necrosis de yemas de flor en el peral. **Fruticultura Profesional: Peral II**, Madrid, n.40, p.14-20, jul/ago. 1991.
- MORAGREGA, C.; MANCEAU, C.; MONTESINOS, E. Evaluation of drench treatments with phosphonate derivatives against *Pseudomonas syringae* on pear under controlled environment conditions. **European Journal of Plant Pathology** 104:171-180, 1998.
- NAKASU, B. H.; LEITE, D. L. Pirus 9 – seleção de pereira para o sul do Brasil. **HortiSul**, Pelotas, v.2, n.3, p.19-20, 1992.
- NAKASU, B.H.; HERTER, F.G.; LEITE, D.L.; RASEIRA, M.C.B. Pear flower bud abortion in Southern Brazil. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.395, p.185-192, 1995.
- RAVEN, P.H., EVERT, R.F., EICHORN, S.E. Nutrição Vegetal e Solos. In: RAVEN, P. H., EVERT, R. F., EICHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. 5 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 1996. cap.27, p.552-573.
- RODRIGUES, A.C.; HERTER, F.G.; VERISSIMO, V.; CAMPOS, A.D.; LEITE, G.B.; SILVA, J.B. Balanço de carboidratos em gemas florais de dois genótipos de pereira sob condições de inverno ameno. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal-SP, v.28, n.1, p.1-4, 2006.
- VERISSIMO, V.; HERTER, F.G.; GARDIN, J.P.; TREVISAN, R. Morphological and physical parameters of flower buds of trees of two Japanese pear cultivars grown at three different areas of Southern Brazil, and their relationship with flower bud abortion intensity. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.587, p.381-387, 2002.

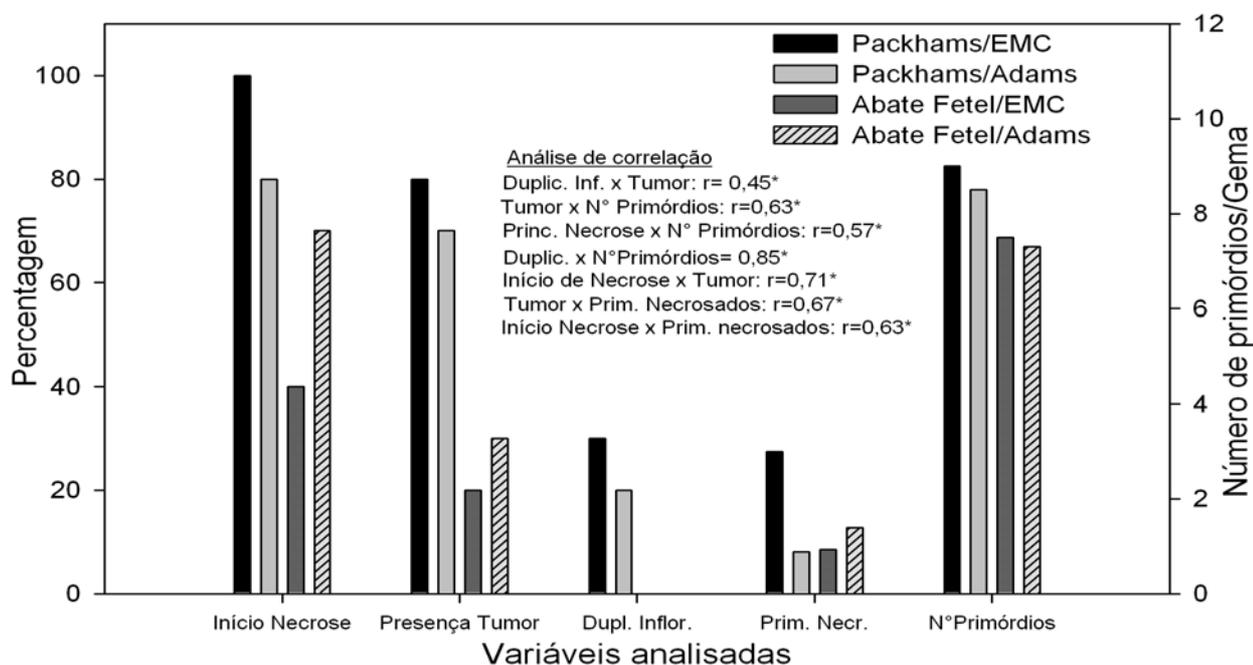
VERISSIMO, V.; HERTER, F.G.; RODRIGUES, A.C.; GARDIN, J.P.; SILVA, J.B. Caracterização de gemas florais de pereira (*Pyrus* sp.) relacionada ao abortamento floral. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal-SP, v.26, n.2, p.193-197, 2004.

VILARDELL, P.; GISPERT, M.; MONTESINOS, E. Problemática y perspectivas de control de la anulación de yemas de flor en el peral. **Jornada Técnicas: El peral y el nashi**. Cap. 6. Fundación ‘La caixa’. Ed. AEDOS, Barcelona, p.51-55, 1991.

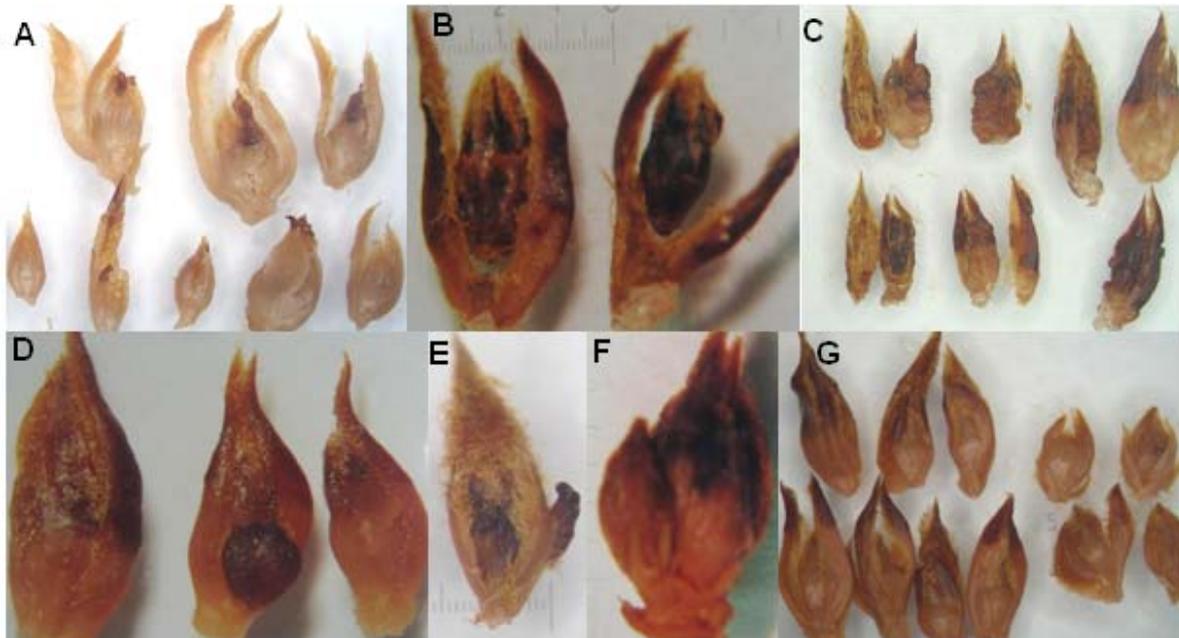
WESTWOOD, M.N. **Temperate zona pomology**. San Francisco: W.H. Freeman and Company, 407p., 1978.

ZECCA, A.G.D. **Abortamento floral de pereira em algumas localidades do Brasil, Uruguai e Argentina: fatores climáticos e anormalidades nas gemas**. Pelotas, 2004. – 126 f. Tese (Doutorado). Fruticultura de Clima Temperado. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2004.

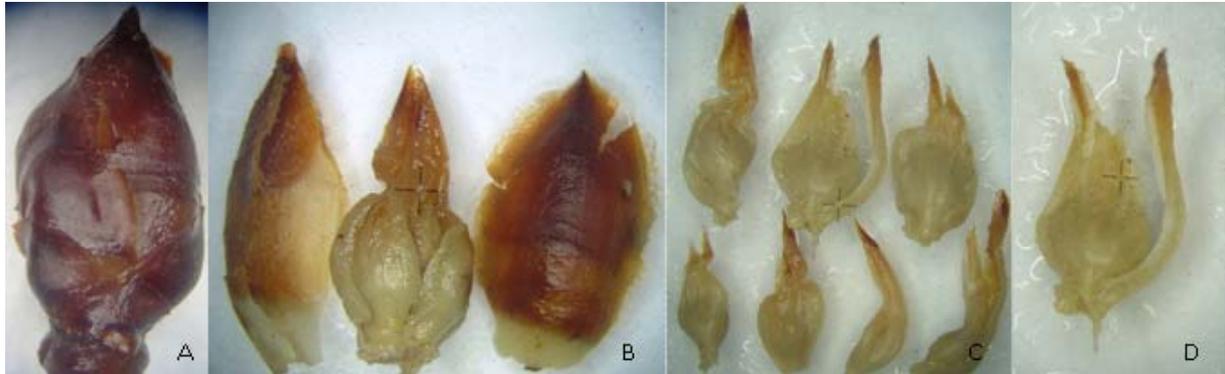
## Tabelas e Figuras



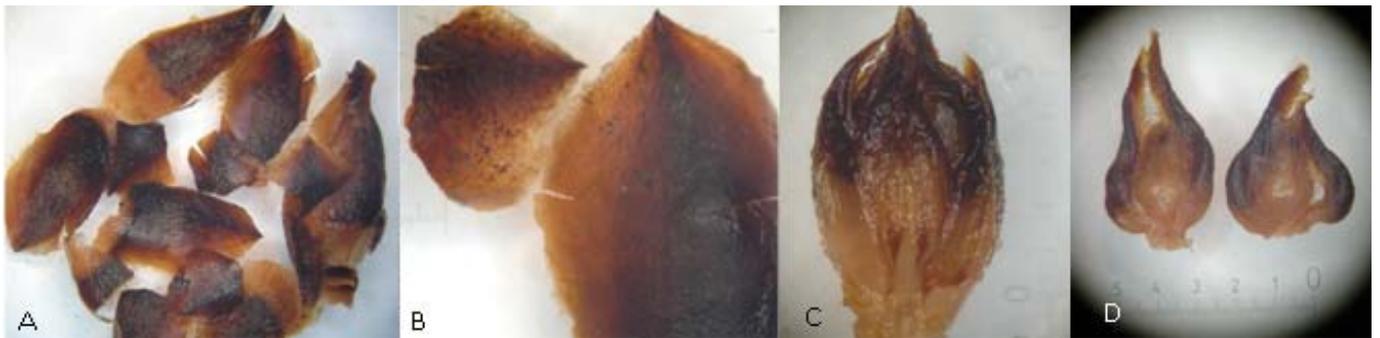
**FIGURA 1.** Característica das gemas das diferentes combinações copa/porta-enxertos em pomar comercial em Vacaria-RS, no final do inverno de 2005 e coeficiente de correlação ( $r$ ) para algumas das variáveis. PPGA/UFPel – Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2008. \* significativo a 1% de probabilidade pelo teste Duncan.



**FIGURA 2.** A) Primórdios com início de necrose, 6x; B) Primórdios necrosados, 12x; C) Primórdios com necroses e tumores, 6x; D) Primórdio com tumor, 8x; E) Primórdio com necrose e tumor, 16x; F) Duplicação da inflorescência e necrose, 8x; G) Primórdios de inflorescência duplicada, 8x. PPGA/UFPel – Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS. 2008.



**FIGURA 3.** Gema floral sadia, da combinação Abate Fetel/EMC, 01/09/2005 em Vacaria-RS. A) Gema externamente, 6x; B) Detalhe da inflorescência e escamas, 6x; C) Primórdios florais, 8x; D) Primórdio sadio isolado, 10x. PPGA/UFPel – Embrapa Clima Temperado, Pelotas,RS, 2008.



**FIGURA 4.** Gema com necrose, da combinação Packham's/Adams, em 07/07/2006, Vacaria-RS. A) Escamas escuras e quebradiças, 6x; B) Escamas com pontuações negras, 6x; C) Inflorescência com processo de necrose, 8x; D) Detalhe do início da necrose nas brácteas, 10x. PPGA/UFPel – Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS. 2008.

**TABELA 1.** Comparação de médias pelo teste Duncan para as variáveis Início de necrose (%), Presença de Tumores (%), Duplicação da Inflorescência (%) e Número Médio de Primórdios, para as cultivares Packham's Triumph e Abate Fetel, sobre porta-enxertos de marmeleiros, em pomar em Vacaria-RS, no final do inverno de 2005. PPGA/UFPel-Embrapa Clima Temperado, 2008.

	<b>Início de Necrose</b>	<b>Presença de Tumores</b>	<b>Duplicação de Inflorescência</b>	<b>Número de Primórdios</b>
<b>Cultivar</b>				
Packham's Triumph	88,75 A	72,50 A	21,25 A	8,88 A
Abate Fetel	58,75 B	27,50 B	2,50 B	7,43 B
<b>Porta-enxerto</b>				
Adams	ns	ns	ns	7,84 B
EMC				8,47 A
<b>Primórdios Necrosados</b>				
<b>Cultivar copa</b>	<b>Porta-enxerto</b>		<b>MÉDIA</b>	
	Adams	EMC		
Abate Fetel	18,26 Aa	10,35 Ba		14,31 B
Packham's Triumph	13,93 Ab	28,49 Aa		21,21 A
MÉDIA	16,10 a	19,42 a		

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. ns= não significativo.

**TABELA 2.** Percentagem de Primórdios Necrosados em gemas florais de duas cultivares de pereira, Packham's Triumph e Abate Fetel, enxertadas em porta-enxertos de marmeleiros Adams e EMC, durante o outono e inverno de 2006, em Vacaria-RS. PPGA/UFPel – Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2008.

<b>Cultivares / Porta-enxerto</b>	<b>Adams</b>	<b>EMC</b>	<b>Média</b>		
Packham's Triumph	7,74 aA	9,54 aA	8,64 A		
Abate Fetel	1,34 aB	0,17 aB	0,75 B		
Média	4,54 a	4,86 a	4,70		
<b>Época de coleta de gemas</b>					
	<b>21/03</b>	<b>24/05</b>	<b>07/07</b>	<b>02/08</b>	<b>24/08</b>
Abate Fetel	0,00 aA	0,00 aA	0,00 aB	0,95 aB	2,07 aB
Packham's T.	0,00 cA	0,00 cA	7,45 bA	11,08 bA	24,68 aA

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna, e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Duncan ( $\alpha=0,05$ ).

**TABELA 3.** Percentagem de gemas florais com Início de Necrose, em duas cultivares de pereira, Packham's e Abate Fetel, enxertadas em porta-enxertos de marmeleiros Adams e EMC, durante o outono e inverno de 2006, em Vacaria-RS. PPGA/UFPel – Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2008.

<b>Cultivares</b>		<b>Adams</b>	<b>EMC</b>	<b>Média</b>		
Packham's Triumph		26,00 aA	30,67 aA	28,33 A		
Abate Fetel		5,33 aB	1,33 aB	3,33 B		
Média		15,67 a	16,00 a			
<b>Época de coleta de gemas</b>						
		<b>21/03</b>	<b>24/05</b>	<b>07/07</b>	<b>02/08</b>	<b>24/08</b>
Abate Fetel	0,00 aA	0,00 aA	0,00 aB	5,00 aB	10,00 aB	
Packham's T	0,00 cA	0,00 cA	26,67 bA	41,67 bA	73,33 aA	
Media	0,00 d	0,00 d	13,34 c	23,34 b	41,67 a	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna, e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Duncan ( $\alpha=0,05$ ).

**TABELA 4.** Percentagem de ocorrência de Tumor em gemas florais de duas cultivares de pereira, Packham's e Abate Fetel, enxertadas em porta-enxertos de marmeleiros Adams e EMC, durante o outono e inverno de 2006, em Vacaria-RS. PPGA/UFPel – Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2008.

<b>Cultivar/Porta-enxerto</b>		<b>Adams</b>	<b>EMC</b>	<b>Média</b>	
Packham's Triumph		8,00 bA	20,00 aA	14,00 A	
Abate Fetel		1,33 aB	0,67 aB	1,00 B	
Média		4,67 b	10,33 a		
<b>Época de coleta de gemas</b>					
<b>Cultivar</b>	<b>21/03</b>	<b>24/05</b>	<b>07/07</b>	<b>02/08</b>	<b>24/08</b>
Abate Fetel	0,00 aA	0,00 aA	0,00 aB	5,00 aA	0,00 aB
Packham's T.	0,00 cA	0,00 cA	15,0 bA	13,33 bA	41,67 aA
<b>Porta-enxerto</b>					
Adams	0,00 cA	0,00 cA	1,67 bcB	8,33 abA	13,33 aA
EMC	0,00 cA	0,00 cA	13,33 abA	10,00 bA	28,33 aA

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna, e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Duncan ( $\alpha=0,05$ ).

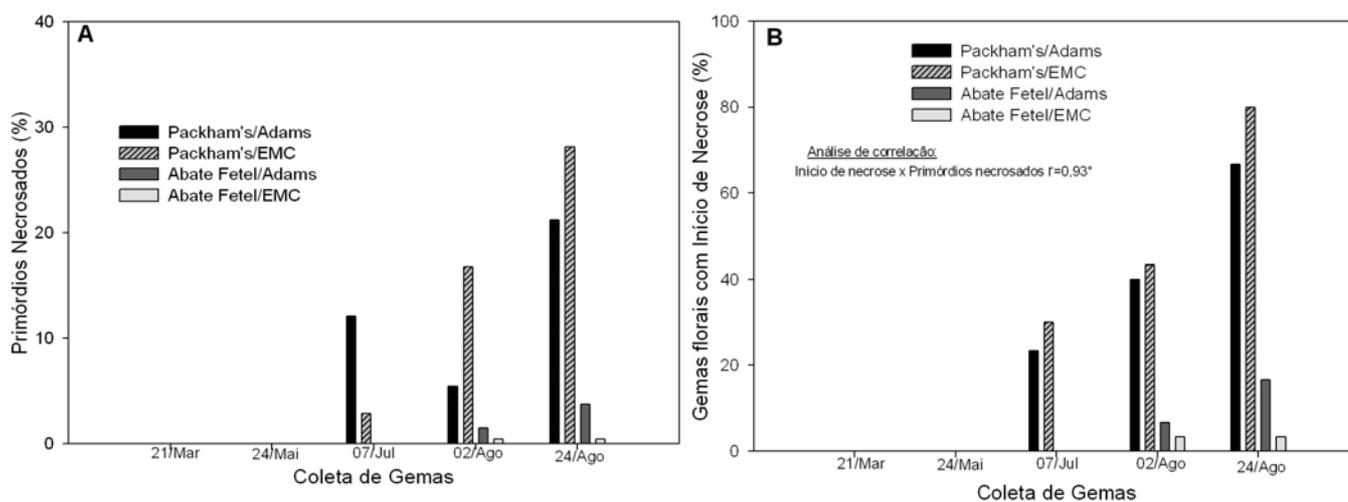
**TABELA 5.** Percentagem de ocorrência de Duplicação da Inflorescência e Número médio de Primórdios florais, em gemas florais de duas cultivares de pereira, Packham's e Abate Fetel, enxertadas em porta-enxertos de marmeleiros Adams e EMC, durante o outono e inverno de 2006, em Vacaria-RS. PPGA/UFPel – Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2008.

Cultivar/Porta-enxerto	Duplicação da Inflorescência			Número de Primórdios		
	Adams	EMC	Média	Adams	EMC	Média
Packham's T.	5,33 aA	4,67 aA	5,00 A	8,06 aA	7,55 bA	7,80 A
Abate Fetel	2,67 aA	1,33 aA	2,00 A*	7,56 aB	7,80 aA	7,68 A
Média	4,00 a	3,00 a		7,81 a	7,68 a	

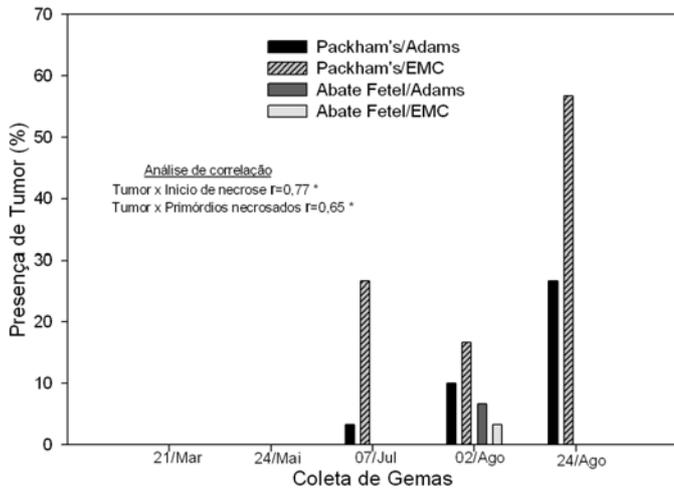
Cultivar	Duplicação da Inflorescência por época de coleta de gemas				
	21/03	24/05	07/07	02/08	24/08
Abate Fetel	0,00 aA	1,67 aA	0,00 aB	6,67 aA	1,67 aA
Packham's T.	0,00 cA	3,33 bcA	8,33 abA	11,67 aA	1,67 bcA
Média	0,00 b	2,5 b	4,17 b	9,17 a	1,67 b

	Número de Primórdios florais por gema em diferentes épocas de coleta de gemas				
	21/03	24/05	07/07	02/08	24/08
AbateFetel/Adams	7,17 aB	7,57 aA	7,90 aB	7,90 aA	7,27 aA
Packham's/Adams	8,03 bA	7,83 bA	8,87 aA	8,07 bA	7,50 bA
Abate Fetel/EMC	7,43 bA	7,76 abA	8,10 abA	8,27 aA	7,47bA
Packham's/EMC	7,77 aA	7,80 aA	7,53 aA	7,57 aA	7,10 aA
Média geral	7,60 bc	7,74 ab	8,10 a	7,95 ab	7,33 c

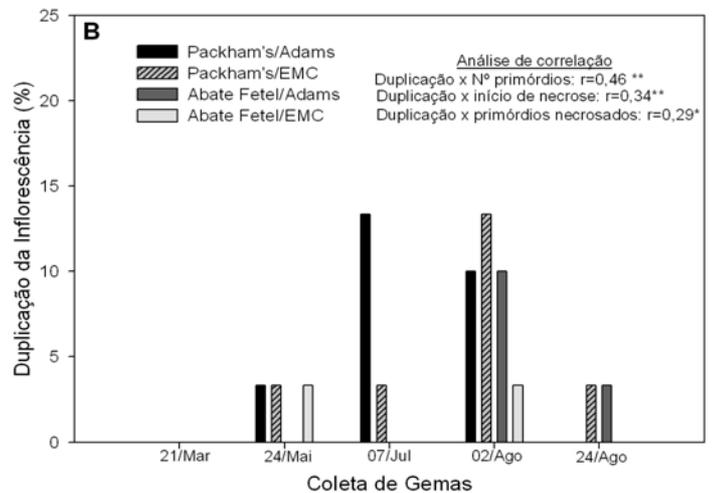
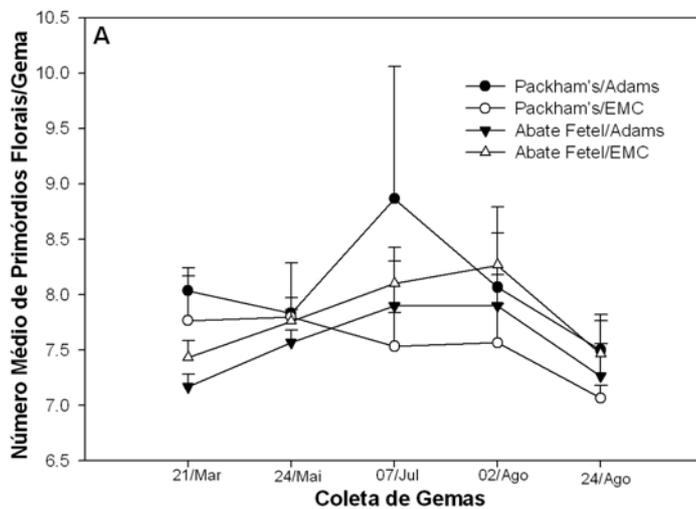
Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna, e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Duncan ( $\alpha=0,05$ ). \* P=0.05395



**FIGURA 5.** Necrose nas cvs. Packham's Triumph e Abate Fetel em porta-enxertos de marmeleiros Adams e EMC, em várias épocas de coleta de gemas, em Vacaria-RS, no ano de 2006. A) Porcentagem de primórdios florais necrosados, B) Porcentagem de gemas florais com início de necrose. PPGA/UFPel – Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2008. \* ( $P<0,01$ ).



**FIGURA 6.** Porcentagem de gemas florais com pelo menos um tumor nas cvs. Packham's Triumph e Abate Fetel, em porta-enxertos de marmeleiros Adams e EMC, em várias épocas de coleta de gemas, em Vacaria-RS, no ano de 2006. PPGA/UFPeI – Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2008. \* (P<0,01).



**FIGURA 7** A) Número médio de primórdios florais por gema; B) Porcentagem de gemas florais com duplicação da inflorescência; nas cvs. Packham's Triumph e Abate Fetel em porta-enxertos de marmeleiros Adams e EMC, em várias épocas de coleta de gemas, em Vacaria-RS, no ano de 2006. PPGA/UFPeI – Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2008. \* P<0,05; \*\* P<0,01

## 7. REQUERIMENTO DE FRIO EM PORTA-ENXERTOS

### PARA A CULTURA DA PEREIRA (*Pyrus* sp.)

**RESUMO** - O objetivo da pesquisa foi avaliar o efeito de diferentes horas de frio sobre a brotação dos porta-enxertos de marmeleiros (*Cydonia oblonga* Mill.) das variedades Adams, Quince C (EMC) e Quince A (EMA) e em porta-enxertos do gênero *Pyrus* (*Pyrus calleryana* e *Pyrus betulaefolia*). São escassos os trabalhos efetivamente conduzidos para determinar o requerimento em frio de porta-enxertos para pereira. Sabe-se que o frio é o mais importante fator ambiental afetando a entrada e a saída da dormência. O experimento foi conduzido na Embrapa Clima Temperado, em Pelotas-RS, no outono e inverno de 2006. No ano anterior foram preparadas as plantas as quais foram mantidas em vaso de 10 litros, contendo substrato composto por solo, areia e esterco bovino na proporção de 5:2:1 (v/v/v). As plantas em vasos foram levadas à câmara fria ( $5^{\circ}\text{C}\pm 2$ ) e submetidas a quatro níveis de acúmulo de frio, sendo: 200, 400, 600 e 800 HF. Após os tratamentos, foram transportadas para casa de vegetação, com temperatura média de  $20^{\circ}\text{C}$ . A brotação foi avaliada duas vezes por semana. Considerou-se gema brotada quando estas atingiram o estágio de ponta verde. Adotou-se o critério de 50% de brotação para que a dormência fosse considerada superada. O tratamento de 400 horas de frio é suficiente para suprir o requerimento em frio dos porta-enxertos *Pyrus calleryana* e *Pyrus betulaefolia*. Os marmeleiros testados apresentaram maior exigência em frio comparado aos do gênero *Pyrus*. Os marmeleiros Adams, EMC e EMA necessitam de pelo menos 730, 870 e 1.150 HF, respectivamente, para atingirem ao menos 50% de brotação das gemas. Os porta-enxertos testados podem ser ordenados de forma crescente de exigência em frio, sendo o marmeleiro EMA o de maior exigência, seguido pelo EMC, após o Adams e finalmente os *Pyrus* (*P. calleryana* e *P. betulaefolia*). Após o tratamento de frio, a avaliação fenológica quando realizada aos  $\pm 8.170$  unidades de calor ou GDH mostrou-se um bom índice para determinação da taxa de brotação.

**Termos para indexação:** *Cydonia oblonga*, brotação, dormência, fenologia, necessidade de frio, requerimento em calor

### CHILLING REQUIREMENT OF ROOTSTOCK FOR PEAR (*Pyrus* sp.)

**ABSTRACT** -The objective for this study was to evaluate the effect of different chilling time levels on the sprouting of three quince rootstocks (Adams, Quince C and Quince A) and two rootstocks of the genus *Pyrus* (*Pyrus calleryana* and *Pyrus betulaefolia*). There are few studies of chilling requirements of these rootstocks. It is known that chilling is the main environmental factor that affects the beginning and end of dormancy. This experiment was carried out at Embrapa Clima Temperado in Pelotas-RS during the autumn and winter of 2006. In 2005 the plants were kept in vases of 10 liters capacity containing soil, sand and cattle manure substrates in the proportion 5:2:1 (v/v/v) respectively. The experimental design was a factorial 4X4 with four replications. The plants were kept in a cold chamber ( $5^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) using four different chilling time levels (200; 400; 600; or 800 hours). Then these plants were placed in a greenhouse and their sprouting was evaluated twice a week in a period of 60 days. It was used the criterion of 50% of sprouting for break dormancy. It was concluded that the treatment 400 hours ( $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$ ) is sufficient to attend the chilling requirement of the rootstocks *Pyrus calleryana* and *Pyrus betulaefolia*, whereas the rootstocks Quince Adams, Quince C and Quince A, respectively requires 730, 870 and 1150 hours. The rootstocks in crescent order of chilling requirement are: *Pyrus* (*P. calleryana* and *P. betulaefolia*) < Adams < quince C < quince A. After chilling,  $\pm 8.170$  growing degree hours-GDH in greenhouse is a good criterion to phenological evaluations of sprouting.

**Index terms:** *Cydonia oblonga*, budbreak, dormancy, phenology, chilling, heat requirement

## 7.1. INTRODUÇÃO

Um dos fatores mais limitantes para o desenvolvimento da pereira no Sul do Brasil é a falta de frio suficiente para que ocorra a adequada superação da dormência, nas cultivares de maior interesse comercial, como William's, Packham's Triumph, Abate Fetel e outras, que em geral requerem acima de 700 horas de frio. Assim como as cultivares copa, os porta-enxertos também tem diferentes requerimentos em frio. Em porta-enxertos de macieira, Young & Werner (1985) identificaram ampla variação desse requerimento.

É aceito, de modo geral, que o frio é o principal agente responsável pela superação da dormência nas plantas caducifólias. Seu efeito é cumulativo e geneticamente controlado. A temperatura igual ou inferior a 7,2°C tem sido o valor de referência para estimar o requerimento de frio das plantas. Algumas espécies, quando cultivadas em regiões com insuficiência de frio hibernal, apresentam sintomas de má adaptação, com atraso e maior período de floração, baixa percentagem de gemas brotadas e pouco enfolhamento, resultando em frutos de qualidade inferior (Pasqual & Petri, 1985). Portanto, as plantas para brotarem satisfatoriamente necessitam de uma quantidade mínima de frio, a fim de iniciar um novo ciclo de crescimento. Ressalta-se que, após o frio, a exigência passa a ser por calor.

Atualmente, na implantação dos novos pomares com pereiras no Brasil têm sido cada vez mais freqüente a adoção dos porta-enxertos de marmeleiro (*Cydonia oblonga* Mill.), em substituição aos do gênero *Pyrus*. Entre os principais interesses no uso dos marmeleiros destaca-se o baixo vigor, o que possibilita o plantio mais adensado, e a precocidade de entrada em produção (Loreti & Massai, 1998; Webster, 2002; Wertheim, 2002; Musacchi, 2007).

São escassos os trabalhos que abordam a exigência em frio de porta-enxertos para pereira, especialmente os marmeleiros. Assim sendo, devido ao uso cada vez mais freqüente desses porta-enxertos há, portanto, a necessidade de conhecer o requerimento em frio dos materiais genéticos mais utilizados. De acordo com Mitchell et al. (1994), há poucas evidências documentadas sobre o efeito da temperatura sobre os marmeleiros mas, de modo geral, são tidos como de baixa tolerância ao frio e ao calor, além de apresentarem baixo requerimento de frio.

Assim, o objetivo deste trabalho foi verificar o efeito de diferentes doses de frio sobre a brotação dos porta-enxertos de marmeleiros (*Cydonia oblonga* Mill.) das

variedades Adams, Quince C (EMC) e Quince A (EMA) e em porta-enxertos do gênero *Pyrus*, sendo eles o *Pyrus calleryana* e o *Pyrus betulaefolia*.

## 7.2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na Embrapa Clima Temperado, em Pelotas-RS. Utilizaram-se plantas de viveiro, oriundo de produtor de mudas de Vacaria-RS, obtido no inverno de 2005. Os porta-enxertos foram mantidos em vasos de 10 litros, em substrato composto por solo, areia e esterco de curral na proporção de 5: 2: 1 (v/v/v). As plantas permaneceram nos vasos por um ano em ambiente aberto, exceto no período anterior à colocação na câmara fria, para evitar que recebessem frio natural. No final de junho de 2006 as plantas foram tratadas com diferentes horas de frio, contínuo, em câmara fria ( $5^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ). Após completarem cada período, foram retiradas da câmara fria e conduzidas à casa de vegetação, sob fotoperíodo natural e temperatura de média de  $20^{\circ}\text{C}$ . Os dados fenológicos foram registrados duas vezes por semana e anotados o número de gemas brotadas, quando atingido o estágio de ponta verde. A percentagem de brotação para cada planta foi obtida pela razão entre número de gemas brotadas (em cada data) e contagem inicial de gemas e, por fim, multiplicando por 100. Para fins de facilitar as análises considerou-se apenas as avaliações à 9, 21, 25, 30, 43 e 60 dias. Após o tratamento com frio, o número de dias requeridos para a brotação sob temperatura de  $20^{\circ}\text{C}$ , foi utilizado como parâmetro para estimar o requerimento de calor em pós-dormência. Para converter o número de dias para unidades de calor (*Growing Degree Hours* - GDH) considerou-se a temperatura base de  $4,5^{\circ}\text{C}$ , a qual foi subtraída da temperatura média diária e, após, multiplicado por 24 horas, obtendo-se assim, o número de GDH para cada dia.

Finetto (1995) considerou que o requerimento em frio foi superado quando as plantas atingiram entre 40 e 60% de gemas brotadas. No entanto, no atual trabalho considerou-se que a necessidade de frio foi satisfeita quando houve brotação de pelo menos 50%, critério também adotado por Spiegel-Roy & Alston (1979) e Ramira et al. (1995).

Os porta-enxertos utilizados foram: *Pyrus calleryana* e os marmeleiros Adams, Quince A (EMA) e Quince C (EMC). As plantas em vaso foram levadas a câmara fria em 29/06/2006, onde permaneceram até completarem cada período de frio. Utilizou-se quatro doses de frio, sendo: 200; 400; 600 e 800 horas de frio (HF). As datas de retirada

da câmara fria foram: 07/07, 15/07, 24/07 e 01/08/06. O porta-enxerto *Pyrus betulaefolia* foi utilizado somente para a dose de 400HF, com quatro repetições.

O delineamento de tratamento utilizado foi fatorial 4 x 4, sendo os fatores porta-enxerto (*P. calleryana*, EMC, EMA e Adams) e dose de frio (200; 400; 600 e 800 HF), em esquema inteiramente casualizado, com 4 repetições. Cada planta em vaso foi considerada uma unidade experimental. Realizou-se a análise de variância, teste de comparação de médias (Duncan,  $P < 0,05$ ) e regressão polinomial, quando constatada diferença significativa. A variável analisada foi a percentagem de brotação, a qual foi transformada pela seguinte equação:  $\arcsen \sqrt{x/100}$ .

### 7.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diferenças significativas ( $P < 0,01$ ) foram observadas para os fatores porta-enxertos e horas de frio (Apêndice 5A). No tratamento de 200 HF, o porta-enxerto *Pyrus calleryana* foi o único que teve brotação suficiente ( $\pm 50\%$  aos 30 dias, 54% aos 43 dias e 59% aos 60 dias), diferindo estatisticamente dos demais, indicando que é um material que requer pouco frio, sendo 200 HF o suficiente para uma boa brotação (Tabela 1). Até 21 dias em casa de vegetação nenhum dos porta-enxertos testados teve brotação satisfatória, ou seja, não atingiram o mínimo de 50%.

No tratamento de 400 HF, os porta-enxertos que tiveram maior índice de brotação final (após 60 dias em casa de vegetação) foram os do gênero *Pyrus*, no caso, o *P. calleryana* (Tabela 1) e *P. betulaefolia* (Tabela 2). Assim, pode-se afirmar que ambos têm suficiente brotação com 400 HF, sendo que o *P. calleryana* foi o único que teve brotação satisfatória já aos 21 dias. O *P. betulaefolia* demonstra ser mais exigente em calor, pois somente aos 60 dias após o frio é que houve brotação satisfatória. Assim, observa-se que o porta-enxerto *P. calleryana* foi o que melhor respondeu às doses de 200HF e 400HF, com brotação uniforme (Figuras 4A e 4B), enquanto que os marmeleiros apresentaram brotação insuficiente, desuniforme e mais localizadas no ápice dos ramos (Figuras 5B e 5C), indicando maior exigência em frio. Esse resultado está de acordo com o encontrado por Overcash & Loomis (1959), no qual o *Pyrus calleryana* e outras variedades e híbridos de *Pyrus pyrifolia*, têm baixo requerimento em frio. Para Spiegel-Roy & Alston (1979), as espécies *Pyrus calleryana* e *Pyrus betulaefolia* são classificadas entre as espécies que possuem baixo requerimento em frio, sendo menor que 620 horas de frio  $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$ .

No tratamento com 600 HF, além do *Pyrus calleryana*, o marmeleiro Adams foi o que demonstrou melhor resposta ao frio, com 45% de brotação aos 21 dias (Tabela 1), ainda insuficiente para ser considerada satisfatória. No tratamento com 800 HF, o marmeleiro Adams teve 54% de brotação aos 21 dias (Tabela 1), apresentando brotação uniforme (Figura 5A). Já o EMA com 800 HF teve brotação média de apenas 19% aos 21 dias, restando, portanto, muitas gemas em repouso. Como pode ser observado na figura 5D, mesmo com cerca de 40 dias de calor a brotação ainda é irregular e insatisfatória ( $\pm 42\%$ ), demonstrando que esta cultivar tem maior requerimento em frio.

Pela equação de regressão aos 21 dias (Figura 2), considerando o índice de brotação de 50%, o requerimento em frio do porta-enxerto Adams é próximo a 730 HF. Esse resultado demonstra contradição com a literatura, pois era esperado que os marmeleiros tivessem brotação suficiente a 600 HF, o que não ocorreu. Para os demais marmeleiros, EMC e EMA, pela equação de regressão aos 25 dias (Figura 2) verificou-se que possuem requerimento em frio ainda maior, de 870 e 1.150 HF, respectivamente. Assim, de modo geral, os marmeleiros testados necessitam de 730 a 1.150 HF para a superação da dormência, promovendo um nível de brotação satisfatório, ou seja, atinge ao menos 50% de brotação das gemas. Sendo assim, os porta-enxertos testados podem ser ordenados de forma crescente de exigência em frio, sendo:

*Pyrus* (*P. calleryana* e *P. betulaefolia*) < Adams < EMC < EMA.

As escassas referências sugerem um baixo requerimento em frio. Mitchell et al. (1994), relatam que os marmeleiros apresentam baixo requerimento de frio. Niéki & Soiltész (1996) relatam que os marmeleiros têm requerimento de frio que varia de 50-400 horas de frio  $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$ . Os resultados obtidos no presente experimento evidenciam que o requerimento em frio desses materiais não é tão baixo e, considerando as condições climáticas do Sul do Brasil, podem ser classificados como de ‘moderado requerimento’ em frio.

A maioria das cultivares produtoras de frutas de alta qualidade para consumo *in natura* geralmente tem elevado requerimento em frio para superação da dormência. Conforme Westwood (1970), quando se trabalha com essas cultivares copa, pode ser benéfico o uso de porta-enxertos com menor requerimento em frio, especialmente para regiões marginais, com pouco frio. Há evidências que sugerem que o uso de porta-enxertos de baixo frio reduzem o requerimento da cultivar copa (Westwood & Chestnut 1964; Westwood, 1970; Mitchell et al., 1994). Por outro lado, também há pesquisas que

não confirmam esse efeito (Nee & Fuchigami, 1990). Todavia, o certo é que esse tema merece maior atenção da pesquisa, em especial nas áreas marginais de cultivo, somado ao fato das tendências de aquecimento global.

Observou-se que, quanto maior o acúmulo de frio maior foi a porcentagem de brotação, tanto aos 21 dias como nas demais épocas de avaliações (Figura 1 e Tabela 1). De modo geral, há um comportamento linear (Figuras 2 e 3). Isso demonstra que o frio antecipa e torna a brotação mais homogênea.

Quanto ao calor, após 21 a 25 dias em casa de vegetação os materiais mais exigentes estabilizaram a brotação, ou seja, a partir desse período a brotação praticamente não aumentou (Figura 1). Em *P. calleryana* que receberam 600 e 800 HF a brotação foi alta aos 21 dias de calor, enquanto que nos tratamentos com 200 e 400 HF as taxas mais elevadas de brotação ficaram próximo aos 30 - 43 dias (Tabela 1). Na figura 3, o porta-enxerto EMA, de maior requerimento em frio, precisou de maior quantidade de calor para atingir taxas mais altas de brotação para uma mesma dose de frio. Esse resultado está de acordo com o estudo de Hongyi & Alston (1995), no qual marmeleiros e pereiras apresentaram alta correlação entre o requerimento de frio e calor em pós-dormência ( $R^2=0,93$ ), requerimento em frio e data de brotação bem como para requerimento em calor e data de brotação. Os autores relatam que tanto o requerimento em frio quanto o de calor são características quantitativas, ou seja, de controle poligênico.

Quanto à melhor data para as avaliações fenológicas, ou seja, soma de unidades de calor (em termos biológicos), o critério que considera a porcentagem de brotação aos 21 dias (7.370 GDH) mostrou-se um bom indicador para a maioria dos porta-enxertos testados (Figura 3), mas não para todos (exceção do *Pyrus calleryana* e EMA). De acordo com a figura 3, no quadro geral, as avaliações realizadas aos 25 dias, com acúmulo de  $\pm 8.170$  unidades de calor, mostraram-se mais adequadas para quantificar a brotação em todos os materiais testados, pois expressou melhor o efeito do tratamento de frio em termos de brotação e sem retardar demais as avaliações. Nesse sentido, os resultados evidenciam que é necessária a exposição ao calor ( $\pm 20^\circ\text{C}$ ) por no mínimo 21 a 27 dias, resultado que está de acordo com o encontrado por Gianfagna & Mehlenbacher (1985), com macieira.

## 7.4. CONCLUSÕES

1. O tratamento de 400 horas de frio  $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$  (HF) é suficiente para suprir o requerimento em frio nos porta-enxertos *Pyrus calleryana* e *Pyrus betulaefolia*.
2. Os marmeleiros Adams, EMC e EMA necessitam de pelo menos 730, 870 e 1.150 HF, respectivamente, para atingirem ao menos 50% de brotação das gemas.
3. Dos porta-enxertos testados, os marmeleiros apresentaram maior exigência em frio que os do gênero *Pyrus*, sendo: *Pyrus* (*P. calleryana* e *P. betulaefolia*) < Adams < EMC < EMA.
4. A avaliação com  $\pm 8.170$  unidades de calor ou GDH é um bom índice para determinar a brotação das gemas, após o tratamento de frio.

## 7.5. REFERÊNCIAS

- FINETTO, G.A. Studies of chilling requirement on six peach cultivars in the Po Valley (1990-1994). **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.395, p.119-126, 1995.
- GIANFAGNA, T.J.; MEHLENBACHER, S.A. Importance of heat requirement for bud break and time of flowering in apple. **HortScience**, Alexandria, v.20(5):909-911, 1985.
- HONGYI, D.; ALSTON, F.H. Chilling and post-dormant heat requirement of quince and pear as rootstock for pear. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.403, p.150-160, 1995.
- LORETI, F.; MASSAI, R. II contributo dell'università di Pisa al miglioramento genético del portinnesti. **Frutticoltura**, Bologna, n.4, p.9-13, 1998.
- MITCHELL, P.D.; GOODWIN, I.; JERIE, P.H. **Pear and quince**. Chapter 7, p.189-207, CRC Press., 1994.
- MUSACCHI, S. Princípios para a implantação e gestão de modernos pomares de pereira. **X ENFRUTE**, v. 1, Palestras, Fraiburgo, julho de 2007, p. 145-159.
- NEE, C.C. & FUCHIGAMI, L.H. The effect of rootstock on the chilling requirement of 'Nijisseiki' pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai). **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.279, p. 247-251, 1990.
- NYÉKI, J.; SOLTÉSZ, M. **Floral biology of temperate zone fruit trees and small fruits**. Akadémiai Kiadó, Budapest. 1996. 377p.
- OVERCASH, J.P.; LOOMIS, N.H. Prolonged dormancy of pear varieties following mild winter rest in Mississippi. **Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.** 73, p. 91-98, 1959.
- PASQUAL, M.; PETRI, J.L. Quebra de dormência das fruteiras de clima temperado. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.11 (124): 56-62, 1985.

- RAMIRA, A.; COLAUZZI, M.; MASIA, A.; PITACCO, A.; CARUSO, T.; MESSINA, R.; SCALABRELLI, G. Hormonal and climatological aspects of dormancy in peach buds. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.395, p.35-41, 1995.
- SPIEGEL-ROY, P.; ALSTON, F.H. Chilling and post-dormant heat requirement as selection criteria for late-flowering pears. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v.54 (2), p. 115-120, 1979.
- WEBSTER, A.D. Factors influencing the flowering, fruit set and fruit growth of European pears. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.596, p. 116-120, 2002.
- WERTHEIM, S.J. Rootstock for European Pear: a review. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.596, p.299-309, 2002.
- WESTWOOD, M.N.; CHESTNUT, N.E. Rest period chilling requirements of Bartlett pear as related to *Pyrus calleryana* and *P. communis* rootstocks. **Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.**, n.84:82-87, 1964.
- WESTWOOD, M.N. Rootstock – scion relationship in hardiness of deciduous fruit trees. **HortScience**, Alexandria, v.5 (5), p.418-421, 1970.
- YOUNG, E.; WERNER, D.J. Chill unit and growing degree hour requirements for vegetative bud break in six apple rootstock. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, 110, 411-413, 1985.

## Tabelas e Figuras

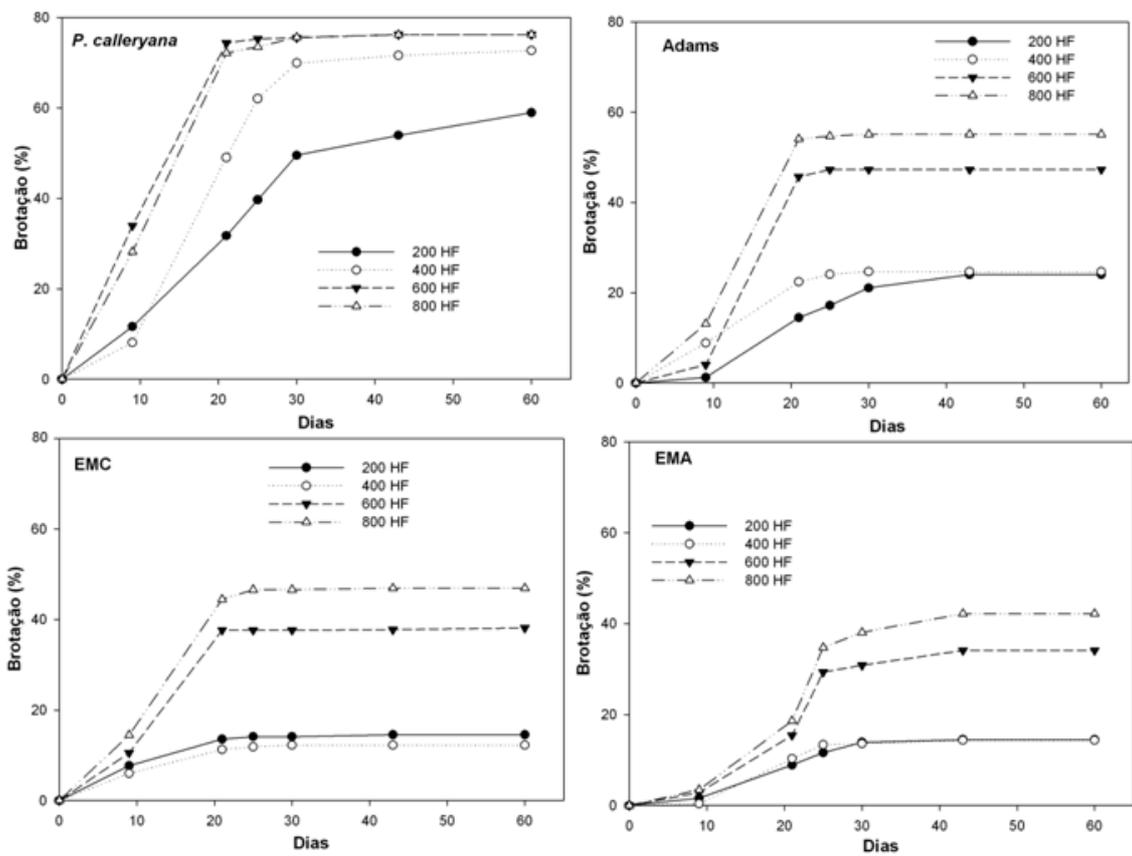
**TABELA 1.** Índice de brotação de gemas (%) de porta-enxertos de pereira, submetidos a quatro doses de acúmulo de frio, em função do dia de avaliação. PPGA/UFPel – Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2008.

<b>9 DIAS (3.170 unidades de calor)</b>					
<b>Porta-enxerto</b>	<b>200 HF</b>	<b>400 HF</b>	<b>600 HF</b>	<b>800 HF</b>	<b>Média</b>
<i>P. calleryana</i>	11,62 aC	13,58aBC	33,95 aA	28,17 aAB	<b>21,83 a</b>
ADAMS	1,18 cB	8,84 abA	11,15 bA	13,11 aA	<b>8,57 b</b>
EMC	7,68 abA	8,98 abA	10,51 bcA	14,47 aA	<b>10,41 b</b>
EMA	1,60 bcA	2,35 bA	2,84 cA	3,46 bA	<b>3,08 c</b>
<b>Média</b>	<b>5,52 B</b>	<b>8,44 A</b>	<b>14,61 A</b>	<b>14,80 A</b>	<b>CV= 37,44</b>
<b>21 DIAS (7.370 unidades de calor)</b>					
<i>P. calleryana</i>	31,73 aC	49,03 aB	74,35 aA	72,14 aA	<b>56,81 a</b>
ADAMS	14,43 aB	22,39 bB	45,72 bA	54,07 abA	<b>34,15 b</b>
EMC	9,73 aB	11,26 bB	37,63 bA	44,46 bA	<b>25,77 b</b>
EMA	8,90 aA	10,32 bA	15,46 cA	18,61 cA	<b>13,32 c</b>
<b>Média</b>	<b>16,20 B</b>	<b>23,25 B</b>	<b>43,29 A</b>	<b>47,32 A</b>	<b>CV= 28,17</b>
<b>25 DIAS (8.170 unidades de calor)</b>					
<i>P. calleryana</i>	39,69 aB	62,07 aA	75,30 aA	73,53 aA	<b>62,65 a</b>
ADAMS	17,19 abC	24,05 bBC	47,27 bAB	54,71 abA	<b>35,80 b</b>
EMC	14,13 abB	11,86 bB	37,63 bA	46,60 bA	<b>27,56 bc</b>
EMA	11,61 bB	13,34 bAB	29,33 bAB	34,74 bA	<b>22,25 c</b>
<b>Média</b>	<b>20,66 B</b>	<b>27,83 B</b>	<b>47,38 A</b>	<b>52,40 A</b>	<b>CV= 26,87</b>
<b>30 DIAS (10.675 unidades de calor)</b>					
<i>P. calleryana</i>	49,52 aB	69,95 aA	75,53 aA	75,61 aA	<b>67,65 a</b>
ADAMS	21,06 bC	24,67 bBC	47,27 bAB	55,11 abA	<b>37,03 b</b>
EMC	14,13 bB	12,22 bB	37,63 bA	46,60 bA	<b>27,65 bc</b>
EMA	13,85 bB	13,60 bB	30,86 bAB	38,08 bA	<b>24,10 c</b>
<b>Média</b>	<b>24,64 B</b>	<b>30,11 B</b>	<b>47,82 A</b>	<b>53,85 A</b>	<b>CV= 25,10</b>
<b>43 DIAS (15.595 unidades de calor)</b>					
<i>P. calleryana</i>	53,96 aB	71,61 aA	76,25 aA	76,21 aA	<b>69,51 a</b>
ADAMS	24,03 bB	24,67 bB	47,27 bA	55,11 bA	<b>37,77 b</b>
EMC	14,52 bB	12,22 bB	37,76 bA	46,90 bA	<b>27,85 bc</b>
EMA	14,47 bB	14,35 bB	34,10 bAB	42,18 bA	<b>26,28 c</b>
<b>Média</b>	<b>26,75 B</b>	<b>30,71 B</b>	<b>48,85 A</b>	<b>55,10 A</b>	<b>CV= 23,87</b>
<b>60 DIAS /FINAL (21.865 unidades de calor)</b>					
<i>P. calleryana</i>	58,98 aA	72,70 aA	76,25 aA	76,21 aA	<b>71,03 a</b>
ADAMS	24,03 bB	24,67 bB	47,27 bA	55,11 bA	<b>37,77 b</b>
EMC	14,52 bB	12,22 bB	38,12 bA	46,90 bA	<b>27,94 bc</b>
EMA	14,47 bB	14,35 bB	34,10 bAB	42,18 bA	<b>26,28 c</b>
<b>Média</b>	<b>28,00 B</b>	<b>30,99 B</b>	<b>48,94 A</b>	<b>55,10 A</b>	<b>CV= 23,38</b>

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha, e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ( $P < 0,05$ ).

**TABELA 2.** Índice de brotação de gemas (%) ao longo do período de avaliação para o porta-enxerto *Pyrus betulaefolia*, considerando-se apenas o tratamento de 400HF. PPGA/UFPel – Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2008.

<b>Intensidade de frio</b>	<b>9 dias</b>	<b>21 dias</b>	<b>25 dias</b>	<b>30 dias</b>	<b>43 dias</b>	<b>Final (60 dias)</b>
<b>400 HF</b>	0,86	2,75	3,16	4,00	4,89	54,09



**FIGURA 1.** Distribuição gráfica do índice de brotação (%), para cada porta-enxerto, ao longo do período de avaliação dos tratamentos com acúmulo de frio. PPGA/UFPel – Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2008.

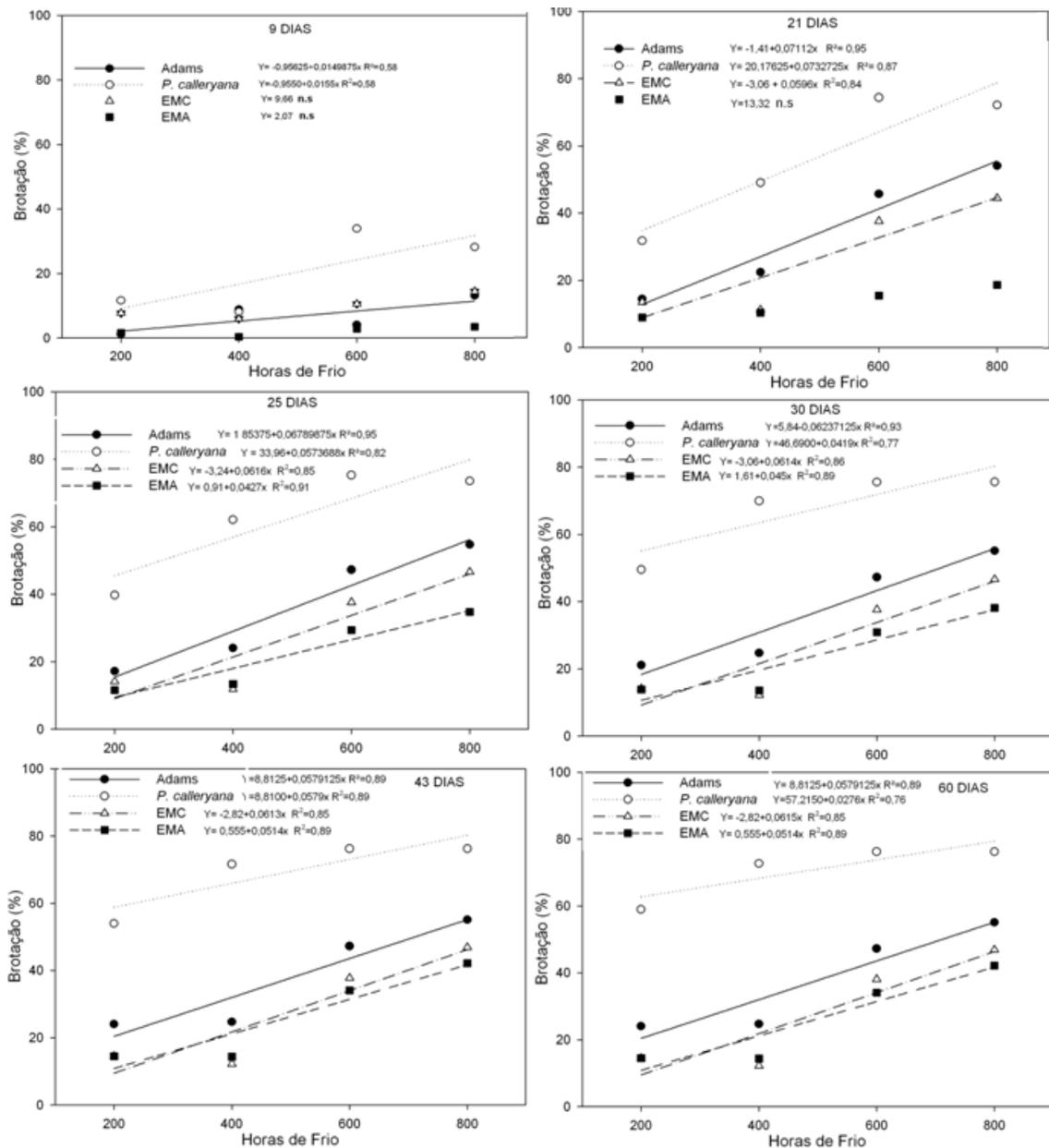
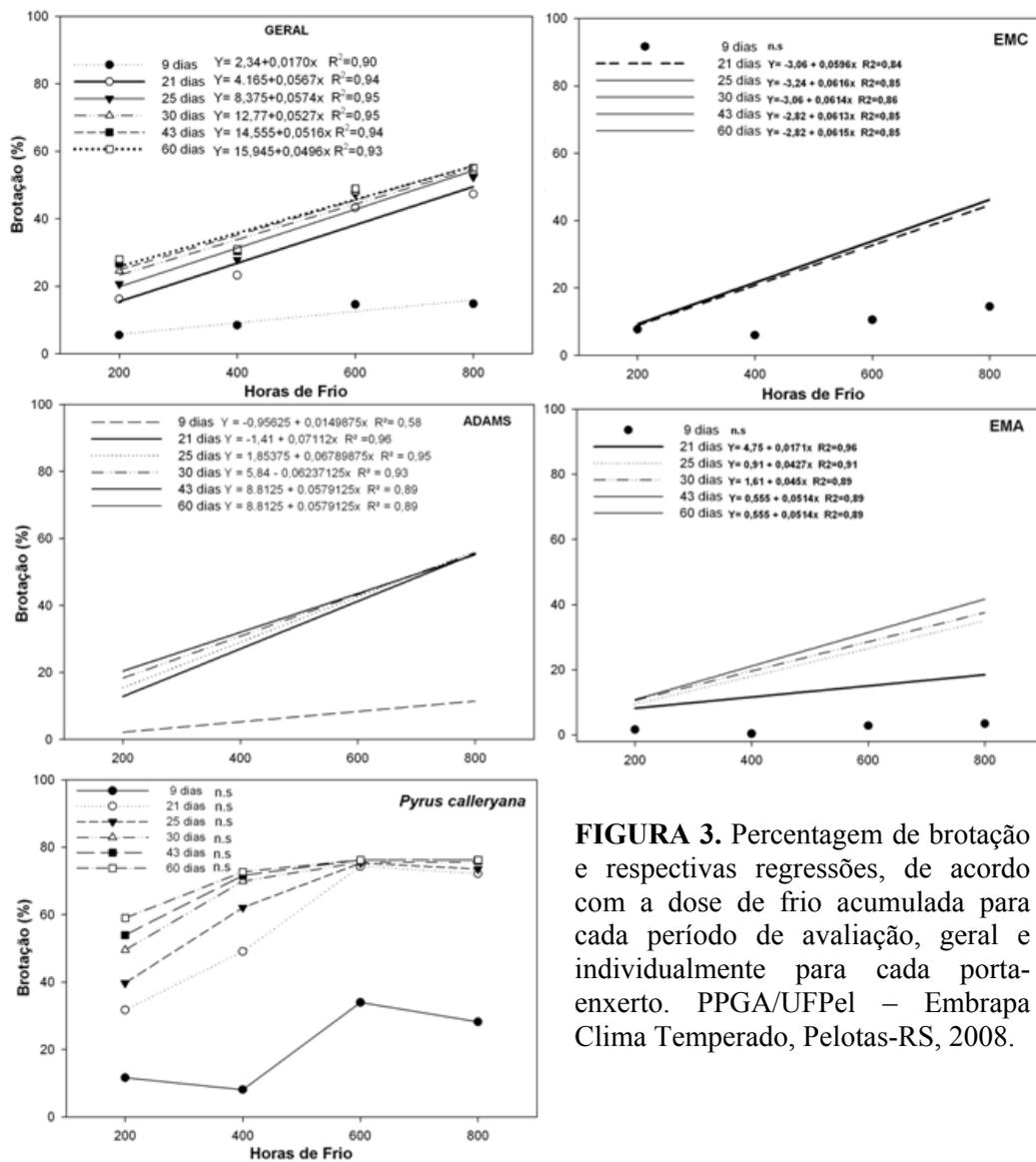


FIGURA 2. Padrão de brotação (%), e respectivas regressões, correspondentes a cada porta-enxerto avaliado, em função da quantidade de frio acumulado e período de avaliação. PPGA/UFPel – Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2008.



**FIGURA 3.** Percentagem de brotação e respectivas regressões, de acordo com a dose de frio acumulada para cada período de avaliação, geral e individualmente para cada porta-enxerto. PPGA/UFPel – Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2008.



**FIGURA 4.** A) Porta-enxerto *Pyrus calleryana* tratado com 200HF; foto aos 60 dias em casa de vegetação; B) *P. calleryana* 400HF, aos 50 dias em casa de vegetação. PPGA/UFPel – Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2008.



**FIGURA 5.** A) Porta-enxerto Adams tratado com 800 HF; foto aos 34 dias em casa de vegetação (CV); B) EMC 400HF, aos 25 dias em CV; C) EMA 400HF, aos 25 dias em CV; D) EMA 800 HF, aos 41 dias em CV. De acordo com a figura, setas indicam presença ou ausência de brotação. PPGA/UFPeI – Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2008.

## 8. EFEITO DO PORTA-ENXERTO E DO ACÚMULO DE FRIO NA BROTAÇÃO E INCIDÊNCIA DE ABORTAMENTO FLORAL EM DUAS CULTIVARES DE PEREIRA (*Pyrus* sp.)

**RESUMO** - O objetivo desse estudo foi avaliar o efeito da quantidade de frio na brotação e na incidência de abortamento floral em duas cultivares de pereira, enxertadas em diferentes porta-enxertos. Sabe-se que os porta-enxertos exercem complexos e interativos efeitos sobre a cultivar copa, e que o frio é o mais importante fator ambiental afetando a entrada e a saída da dormência. Utilizou-se duas cultivares, com diferente exigência em frio, sendo a Kieffer ( $\pm 300$  HF) e Packham's Triumph (800-1000 HF). Utilizou-se como porta-enxerto o *Pyrus betulaefolia* e marmeleiros Adams, EMC e EMA. Os experimentos foram conduzidos na estação de pesquisa Embrapa Clima Temperado, em Pelotas-RS, no outono e inverno de 2006. No ano anterior foram preparadas as plantas, as quais foram mantidas em vaso de 10 litros, contendo substrato composto por solo, areia e esterco de curral na proporção de 5: 2: 1 (v/v/v). As plantas foram submetidas a diferentes doses de frio em câmara fria ( $5^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ), sendo 200, 400, 600 e 800 horas de frio (HF) na cv. Kieffer e 400, 800, 1200 e 1600 HF para a cv. Packham's. Após os tratamentos, as plantas foram transportadas para casa de vegetação. As brotações foram avaliadas duas vezes por semana. Considerou-se gema brotada quando estas atingiram o estágio de ponta verde. Adotou-se o critério de 50% de brotação para que a dormência fosse considerada superada. O maior acúmulo de frio aumentou a brotação e reduziu a incidência de abortamento de gemas florais, mas somente até suprir o requerimento das plantas; quando em excesso foi prejudicial. A cv. Kieffer apresenta baixo requerimento em frio, mas é bastante exigente em calor. Estima-se que a exigência de calor da 'Kieffer' esteja entre 9.500 – 12.000 GDH. As combinações testadas podem ser ordenadas de forma crescente de requerimento em frio, sendo: Kieffer/EMA < Kieffer/Adams < Kieffer/EMC  $\leq$  Kieffer/*P. betulaefolia* e Packham's/EMC < Packham's/EMA < Packham's/Adams. Há efeito do porta-enxerto utilizado sobre a percentagem de brotação, alterando o requerimento em frio ou calor da cultivar copa.

**Termos para indexação:** *Cydonia oblonga*, temperatura, dormência, fenologia, requerimento em frio, requerimento em calor

### ROOTSTOCKS AND CHILLING EFFECT ON THE SPROUTING AND FLORAL BUD ABORTION INCIDENCE OF TWO PEAR CULTIVARS (*Pyrus* sp.)

**ABSTRACT** – The objective for this study was to evaluate the effect of the quantity of chilling hours on the sprouting and floral abortion incidence of two pear cultivars grafted on different rootstocks. It is known that rootstocks has complex and interactive influences on the scion, and that chilling is the most important environmental factor that affects the start and end of dormancy. Two cultivars with different chilling requirements were used (Packham's Triumph: 800-1000 chilling hours [CH]; and Kieffer:  $\pm 300$  CH). The rootstocks used were: *Pyrus betulaefolia*; quince Adams; quince EMC; and quince EMA. The experiments were carried out at Embrapa Clima Temperado, in Pelotas-RS, during the autumn and winter of 2006. In 2005 the plants were kept in vases of 10 liters capacity containing soil, sand and cattle manure substrates in the proportion 5:2:1 (v/v/v) respectively. The plants were kept in a cold chamber ( $5^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ) using four different chilling time levels for each cultivar (Kieffer: 200; 400; 600 and 800 CH; and for Packham's Triumph: 400; 800; 1200 and 1600 CH). Then these plants were placed in a greenhouse and their sproutings were evaluated twice a week in a period of 60 days. It was used the criterion of 50% of sprouting for dormancy superation. The higher chilling accumulation increased the sprouting and reduced floral bud abortion incidence, however only until attended the chilling hours required for those plants. The excess of chilling hours was detrimental for the plants. The cultivar Kieffer have low chilling requirement, but very exigent in heat. It is estimated that Kieffer heat requirement is around 9500 – 12000 GDH. The combinations in crescent order of chilling requirement are: Kieffer/EMA < Kieffer/Adam's < Kieffer/EMC  $\leq$  Kieffer/ *P. betulaefolia*; and Packham's/EMC < Packham's/EMA < Packham's/Adams. It was observed an effect of the rootstock on the sprouting percentage, changing the chilling or heat requirements for the scion.

**Index terms:** *Cydonia oblonga*; temperature; dormancy; phenology; chilling requirement; heat requirement.

## 8.1. INTRODUÇÃO

As baixas temperaturas do outono e inverno constituem o fator ambiental mais importante que induz a planta a entrar em dormência (Lang, 1987; Diaz, 1992). Para que as fruteiras de clima temperado superem essa dormência e iniciem um novo ciclo vegetativo, na primavera, é necessário que as plantas sejam expostas a um período de frio. Assim, nessas frutíferas, as baixas temperaturas tem uma dupla função, a de induzir e a de liberar as plantas da dormência (Petri et al., 1996).

Em muitas espécies lenhosas, o fim da dormência depende de certo requerimento de frio, sendo que a dormência somente termina com a exposição por várias semanas a temperaturas de 2 a 7 °C (Saure, 1985). Decorrido o período de frio necessário à superação da dormência, o crescimento encontra-se limitado apenas pela temperatura favorável, ou seja, necessidade de calor (Larcher, 2000).

Um dos maiores problemas para o crescimento e desenvolvimento de plantas frutíferas temperadas em regiões de clima ameno é a falta de frio para que ocorra a superação da dormência e consequente brotação (Nyéki & Soltész, 1996; Petri et al., 2003). A falta de frio pode alterar o metabolismo e o comportamento das plantas. Entre os sintomas de falta de frio, Camelatto (1990) destaca a baixa percentagem de brotação de gemas laterais, a forte dominância apical, o desenvolvimento de longos ramos terminais, baixo número de ramos e esporões laterais e floração desuniforme. A falta de frio, para a adequada superação da dormência, tem sido considerada um dos fatores que contribuem para o aumento da ocorrência de abortamento de gemas florais em pereira (Herter et al., 1994; Honjo, 1997; Petri et al., 2000; 2002).

Os porta-enxertos muitas vezes tem complexos e interativos efeitos no crescimento e comportamento da cultivar copa (Chaplin & Schneider, 1974; Layne & Ward, 1978). Assim como as cultivares copa, os porta-enxertos também tem diferente requerimento em frio. Em macieira, por exemplo, se sabe que há uma ampla variação de requerimento de frio em porta-enxertos (Young & Werner, 1985). Há indícios em macieiras, pessegueiros e pereiras de que o porta-enxerto utilizado pode afetar inclusive o requerimento em frio da cultivar copa (Westwood & Chestnut, 1964; Griggs & Iwakiri, 1969; Westwood, 1970; Young & Olcott-Reid, 1979; Couvillon et al., 1984). A redução ou o aumento do requerimento em frio de uma cultivar copa, influenciado pelo porta-enxerto utilizado, pode ter profundo impacto na produção, especialmente para as regiões que apresentam baixo acúmulo de frio.

Nos principais países produtores de pêra são utilizados como porta-enxerto geralmente os marmeleiros (*Cydonia oblonga* Mill.) ou *Pyrus communis* (Strydom, 1998). No Brasil, atualmente, os porta-enxertos de marmeleiros têm sido utilizados em substituição aos do gênero *Pyrus*. Os marmeleiros permitem o cultivo em alta densidade, possibilitando a condução de plantas de menor porte, que facilitam a realização dos tratos culturais, principalmente a poda e a colheita (Loreti & Massai, 1998; Strydom, 1998; Webster, 2002). No entanto, se conhece muito pouco da repercussão dessa mudança em termos de alterações na fisiologia da cultivar copa.

O objetivo desse estudo foi avaliar o efeito do acúmulo de frio na brotação e na incidência de abortamento de gemas florais, nas cultivares de pereira ‘Kieffer’ e ‘Packham’s Triumph’, enxertadas em diferentes porta-enxertos.

## **8.2. MATERIAL E MÉTODOS**

Este trabalho foi desenvolvido no centro de pesquisa Embrapa Clima Temperado, em Pelotas-RS. No ano de 2005 foram adquiridos os porta-enxertos oriundos de produtor de mudas de Vacaria-RS, os quais foram mantidos em vasos de 10 litros, em substrato composto por solo, areia e esterco bovino na proporção de 5:2:1 (v/v/v). No inverno de 2005, foram enxertados as cultivares copa, de acordo com a metodologia de ramos enxertados (Silveira et al., 2003). Utilizou-se duas cultivares copa de pereira com diferente requerimento em frio, sendo a ‘Kieffer’ (300 horas de frio  $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$  - HF) e ‘Packham’s Triumph’ (800-1000 HF). No final de junho de 2006, as plantas em vasos foram submetidas a diferentes horas de frio contínuo, em câmara fria ( $5^{\circ}\text{C} \pm 2$ ). Após completarem cada tratamento, as plantas foram conduzidas à casa de vegetação (CV), sob fotoperíodo natural e temperatura média diária de  $\pm 20^{\circ}\text{C}$ . Os dados fenológicos foram registrados duas vezes por semana e anotados o número de gemas brotadas, quando atingido o estágio de ponta verde. Também foi obtido o índice de gemas abortadas (%) em cada planta, pela razão entre o número inicial de gemas florais e o número final de gemas brotadas, multiplicado por 100.

Nesse estudo, considerou-se que a necessidade de frio foi satisfeita quando houve brotação de pelo menos 50% das gemas (Ramira et al.; 1995; Hongyi & Alston, 1995; Dennis-Jr., 2003).

### Experimento 1

Neste experimento utilizou-se a cv. Kieffer (de baixo requerimento em frio) enxertada em *Pyrus betulaefolia* e nos marmeleiros Adams, EMA e EMC. As plantas em vaso foram levadas ao frio em 29/06/2006. Nesta cultivar utilizou-se quatro doses de frio contínuo, sendo: 200; 400; 600 e 800 horas de frio  $\leq 5^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  (HF). As datas de retirada da câmara fria foram: 07/07, 15/07, 24/07 e 01/08/06. Após a retirada da câmara fria, as plantas foram mantidas em casa de vegetação (CV). As variáveis analisadas foram a percentagens de brotação aos 9, 21, 27, 34, 46 e 60 dias em CV e a taxa final de abortamento de gemas florais. Após o tratamento com frio, o número de dias a  $\pm 20^{\circ}\text{C}$  requeridos para a brotação foi utilizado como parâmetro para estimar o requerimento de calor em pós-dormência. Para converter o número de dias para unidades de calor (*Growing Degree Hours* - GDH) considerou-se a temperatura base de  $4,5^{\circ}\text{C}$ , a qual foi subtraída da temperatura média diária e, após, multiplicado por 24 horas, obtendo-se assim, o número diário de GDH.

O delineamento de tratamento utilizado foi fatorial 4 x 4, sendo os fatores porta-enxerto (*P. betulaefolia*, EMC, EMA e Adams) e dose de frio (200; 400; 600 e 800 HF), em esquema inteiramente casualizado, com quatro repetições. Cada planta enxertada foi considerado uma unidade experimental. Realizou-se a análise de variância, teste de comparação de médias (Duncan,  $\alpha=0,05$ ) e regressão polinomial. As variáveis analisadas foram a brotação (%) e o abortamento de gemas florais (%). Para a análise estatística, as variáveis foram transformadas em  $\arcsen\sqrt{x/100}$ .

### Experimento 2

Neste experimento utilizou-se a cv. Packham's Triumph (moderado a alto requerimento em frio) enxertadas nos marmeleiros Adams, EMA e EMC. As plantas em vaso foram levadas ao frio em 29/06/2006. Utilizou-se quatro níveis de acúmulo de frio contínuo (400, 800; 1200 e 1600 horas  $\leq 5^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ). O porta-enxerto *Pyrus betulaefolia* foi utilizado apenas para os tratamentos de 400 e 800 horas de frio (HF), sendo considerado apenas como avaliação complementar. As datas de retirada da câmara fria foram: 15/07, 01/08, 21/08 e 05/09/06. Após a retirada da câmara fria, as plantas foram mantidas em casa de vegetação (CV). As variáveis analisadas foram as percentagens de brotação aos 9, 21, 27, 34, 46 e 60 dias em CV e a taxa final de abortamento de gemas florais (%). Após o tratamento com frio, o número de dias a  $20^{\circ}\text{C}$  requeridos para a

brotação foi utilizado como parâmetro para estimar o requerimento de calor em pós-dormência.

Para esta cultivar o delineamento de tratamento utilizado foi um fatorial 3 x 4, sendo os fatores porta-enxerto (EMC, EMA e Adams) e dose de frio (400; 800; 1200 e 1600 HF), em esquema inteiramente casualizado, com 4 repetições para cada tratamento. Cada planta enxertada foi considerada uma unidade experimental. Realizou-se a análise de variância, teste de comparação de médias (Duncan,  $\alpha=0,05$ ) e regressão polinomial. As variáveis analisadas foram a brotação (%) e abortamento de gemas florais (%). Para a análise estatística, os dados das variáveis foram transformados em  $\arcsen\sqrt{x/100}$ .

### **8.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **Cultivar Kieffer (Experimento 1)**

Para todas as variáveis analisadas houve interação entre os fatores acúmulo de frio e porta-enxerto, indicando que os porta-enxertos podem responder diferentemente ao acúmulo de frio (Apêndice 6A).

O tratamento com 200 HF mostrou-se insuficiente para promover a superação da dormência na cv. Kieffer, ficando abaixo de 10% de gemas brotadas quando avaliado após 21 dias em casa de vegetação. Nessa dose de frio a brotação foi mais lenta, havendo diferença atribuída ao porta-enxerto somente para as avaliações aos 46 e 60 dias (16.710 e 21.865 unidades de calor ou GDH). Portanto, com pouco frio as plantas precisaram de muito calor para atingir brotação suficiente (no mínimo 50% de brotação). Assim, na avaliação final, aos 60 dias (Tabela 1), apenas as plantas enxertada sobre Adams (52%) foram consideradas como tendo sua necessidade de frio satisfeita.

Para o tratamento com 400 HF, com avaliação aos 21 dias (7.370 GDH), houve ampla variação em função do porta-enxerto, mas brotação suficiente ocorreu apenas nas plantas enxertada sobre EMC (48%), praticamente superando a dormência. A percentagem de brotação aumentou à medida que houve maior acúmulo de calor, sendo que aos 34 dias (12.185 GDH) a dormência foi considerada superada para todas as plantas, independente do porta-enxerto (Tabela 1). Para Citadin et al. (2002), quanto maior for o percentual de gemas brotadas aos 21 dias ou quanto menor o número de dias para atingir um percentual fixo, mais próximo da superação da endodormência se encontra a espécie estudada.

No tratamento de 600 HF a brotação foi baixa quando avaliada aos 21 dias, na média 25%. Após 27 dias em casa de vegetação (9.520 GDH), houve brotação suficiente apenas na combinação Kieffer/EMA (57%). Considerando-se 34 dias em casa de vegetação, com acúmulo de calor de 12.185 GDH, a dormência foi considerada superada em todas as plantas da cv. Kieffer, independente do porta-enxerto (Tabela 1).

Como pode ser visualizado na Tabela 1, o tratamento com 800 HF foi o único que mostrou suficiente percentagem de brotação já aos 21 dias, nos três porta-enxertos de marmeleiros testados. Para o porta-enxerto *Pyrus betulaefolia* a brotação foi de apenas 10%, o que caracteriza forte exigência em calor, ou seja, somente atinge brotação suficiente após acumular ao menos 9.500 GDH.

A partir dos resultados obtidos, é possível afirmar que a cv. Kieffer é realmente de baixo requerimento em frio, mas bastante exigente em calor. Portanto, estima-se que a exigência de calor da ‘Kieffer’ esteja entre 9.500 – 12.000 GDH (Tabela 1).

A quantidade de frio necessário para a brotação de 50% das gemas e o número de dias necessário para atingir 50% de brotação, são índices que se utilizam para estimar o requerimento em frio e calor (Cook & Jacobs, 2000). Assim, através das equações de regressão (Figura 1), geradas pelos tratamentos com frio e avaliadas após 21 dias em casa de vegetação (CV), é possível estimar o requerimento em frio necessário para 50% de brotação das gemas, ponto em que a dormência é considerada superada segundo Ramira et al. (1995) e Spiegel-Roy & Alston (1979). Considerando esse critério, o requerimento em frio da cv. Kieffer foi o seguinte: 735 HF quando enxertada em EMC, 720 HF em EMA e 840 HF em Adams.

Quando utilizamos as regressões geradas após as plantas passarem por 34 dias em casa de vegetação (12.185 GDH), verifica-se que o requerimento em frio foi menor, sendo: 305 HF para Kieffer/EMA, 430 HF para Kieffer/Adams, 480 HF Kieffer/EMC e 490 HF para a combinação Kieffer/*P. betulaefolia* (Figura 1). Como a Kieffer têm boa adaptação em áreas com baixo frio (300-400 horas de frio  $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$ ), esse último critério que considera maior soma de calor parece ser o mais adequado, sendo mais próximo do que ocorre em condições de campo. Como visto, para os dois critérios há importante variação no requerimento em frio atribuído à mudança do porta-enxerto utilizado. Assim, de acordo com o resultados obtidos com  $\pm 12.000$  GDH, pode-se ordenar as combinações testadas em ordem crescente de requerimento em frio, sendo:

Kieffer/EMA < Kieffer/Adams < Kieffer/EMC ≤ Kieffer/*P. betulaefolia*

### **Cultivar Packham's Triumph (Experimento 2)**

Nessa cultivar houve diferença atribuída aos fatores principais (porta-enxertos e acúmulo de frio) para as variáveis percentagens de brotação avaliadas aos 9, 27, 34, 46, 60 dias e abortamento de gemas. Para a variável brotação aos 21 dias houve significância ( $P < 0,01$ ) apenas para o fator acúmulo de frio. Apenas para as variáveis 27 e 34 dias de brotação houve interação entre acúmulo de frio e porta-enxerto, indicando que os porta-enxertos podem responder diferentemente ao acúmulo de frio (Apêndice 7A).

Na cv. Packham's, de moderado a alto requerimento em frio, o tratamento com 400 HF, avaliado aos 21 dias, mostrou brotação insuficiente, abaixo de 10% para todas as combinações copa/porta-enxerto (Tabela 2). Até mesmo a brotação final (60 dias) foi baixa, com média de brotação abaixo de 25%. Nessa dose de frio o melhor desempenho foi da combinação Packham's/EMC, com 37% de brotação. Esse resultado evidencia que para essa cultivar, em regiões com pouco frio, será imprescindível o uso de agente promotor de brotação, como a cianamida hidrogenada.

Com acúmulo de 800 HF a brotação aos 21 dias ainda foi baixa (< 15%). Porém, quando avaliada aos 27 dias ( $\pm 9.700$  unidades de calor ou GDH) a percentagem de brotação aumentou em muito, atingindo 42% no Adams, 66% no EMC e 69% no porta-enxerto EMA. Assim, com 800 HF e cerca de 9.700 GDH a dormência foi superada para os porta-enxertos de marmeleiro EMC e EMA (Tabela 2). O mesmo aconteceu quando enxertada sobre *Pyrus betulaefolia* (Tabela 3), que teve brotação de 49% das gemas.

Por outro lado, o tratamento com 1200 HF possibilitou a brotação média de 65%, sendo que todas as combinações superaram 50% de brotação das gemas já aos 21 dias ( $\pm 7.600$  GDH). Além disso, com uma maior soma de calor ( $\pm 9.700$  GDH), aos 27 dias, houve brotação média de 76% na cv. Packham's (Tabela 2).

De modo geral, os tratamentos com maior número de horas de frio (1600 HF na Packham's Triumph e 800 HF na Kieffer) mostraram tendência a reduzir a brotação (Figuras 1 e 2).

Portanto, baseado nos resultados das duas cultivares, pode-se concluir que o maior acúmulo de frio, até atingir o requerimento da planta, aumentou e antecipou a brotação, reduzindo a necessidade de calor.

Na cv. Packham's Triumph, os tratamentos com 1200 e 1600 horas foram os únicos em que houve diferença estatística para percentagem de brotação entre os porta-enxertos utilizados (Tabela 2). No entanto, nessa cultivar, considerando-se todos os tratamentos de frio, a brotação média após 21 dias em casa de vegetação (Tabela 2) mostra que o porta-enxerto EMC foi o que proporcionou maior brotação (39%), seguido pelo porta-enxerto Adams (33%) e pelo EMA (24%). Quando as avaliações foram com soma térmica acima de 9.700 GDH, os porta-enxertos EMC e EMA tiveram comportamento similar, mas o Adams teve menor brotação, diferindo estatisticamente dos demais (Tabela 2).

Através das regressões geradas, para brotação após 21 dias em casa de vegetação (7.620 GDH), foi possível estimar a exigência em frio para que brotem ao menos 50% das gemas. Os resultados mostram que a Packham's/EMC necessita de 995 HF, enquanto que a Packham's/Adams precisaria de 1.360 HF, sendo que para a Packham's/EMA, mesmo com 1.600 HF, não brotaria mais que 41% (Figura 2). Se considerarmos a avaliação com maior soma térmica, após 27 dias em casa de vegetação (9.700 GDH), seriam necessários somente 670 HF para a Packham's/EMC, 740 HF para Packham's/EMA e 845 HF para a Packham's/Adams (Figura 2). Na avaliação após 34 dias em casa de vegetação o acúmulo de calor é ainda maior e a necessidade de frio seria de 650 HF para a Packham's/EMC, 680 HF para Packham's/EMA e 720 HF para a Packham's/Adams. Na 'Packham's, portanto, nota-se que, independente da soma de calor adotada, há variação no requerimento em frio para superar a dormência devido ao porta-enxerto utilizado, sendo o porta-enxerto EMC o que induz menor requerimento enquanto que o 'Adams', o maior. Portanto, de acordo com os dados obtidos, pode-se ordenar as combinações em ordem crescente de requerimento em frio, sendo:

Packham's/EMC < Packham's/EMA < Packham's/Adams

Portanto, conforme visto nos dois experimentos, verifica-se que há efeito do porta-enxerto utilizado sobre a percentagem de brotação, alterando o requerimento em frio ou calor da cultivar copa (Tabelas 1 e 2). O efeito do frio e do calor é interdependente e de análise complexa. Quando se aplica certo acúmulo de frio, e

alguma variedade se destaca pela brotação, muitas vezes não é possível saber se foi devido ao menor requerimento em frio ou devido ao menor requerimento de calor. Spiegel-Roy & Alston (1979), identificaram que há uma alta correlação ( $R^2=0,90$ ) entre requerimento de frio e requerimento de calor em pereiras.

Webster (1995) revela que porta-enxertos de macieira e pessegueiro mostram influência sobre a época de florescimento da cultivar copa, que ocorre devido a influência no requerimento em frio ou no subsequente requerimento em calor. Segundo o autor, a pesquisa tem apontado que o porta-enxerto de macieira M.7 tem menor requerimento em frio e calor do que M.26, M.9 ou MM.106. Algumas pesquisas na Estação East Malling (Inglaterra) tem evidenciado que tanto o porta-enxerto quanto o uso de inter-enxerto podem afetar a chegada ou a velocidade da floração em macieira. Existem investigações em andamento atribuindo esses efeitos à diferença na oferta de citocininas, mas ainda não são resultados conclusivos.

Segundo revisado por Perry (1971), o requerimento em frio para superação da dormência está localizado nas gemas, sendo um estímulo não translocável. Para Swartz et al. (1984), o local de percepção do frio aparentemente reside na região meristemática das gemas, sendo também dependente do balanço hormonal (promotores e inibidores) nessas gemas. Em recente estudo conduzido por Rageau et al. (2007), em experimento com plantas de pessegueiro em endodormência, fez-se o uso de um dispositivo capaz de aplicar frio apenas a determinadas gemas (e tecidos adjacentes) ao longo dos ramos. Os autores identificaram que muitas das gemas vegetativas tratadas com certa dose de frio tiveram brotação e formaram ramos longos, sem afetar o estado de endodormência das demais gemas não tratadas. Isso mostra que a gema, ou parte dela, é um receptor do sinal ao frio, suficiente para iniciar o processo de superação da endodormência e que o processo de transdução que é iniciado em determinada gema é localizado, não atingindo as demais gemas que permaneceram em estado de endodormência.

Em outro estudo, Nee & Fuchigami (1990) verificaram que seis cultivares de pereiras japonesas, quando enxertadas em variedade de baixo requerimento de frio, não tiveram seu requerimento de frio alterado pelo porta-enxerto. Apesar de certa variação na percentagem de brotação, não encontraram significância do efeito de diferentes porta-enxertos, com alto, médio e baixo requerimento de frio sobre a cv. Nijisseiki.

Em contraste, de acordo com Chandler (1960), cultivares copas de macieira com frio completamente suprido, após ser enxertadas em porta-enxertos ainda em dormência,

mantiveram-se em dormência, indicando que a influência da dormência foi translocado através da união do enxerto até a copa.

Young & Werner (1984), estudando o efeito do porta-enxerto no requerimento em frio da copa, não encontraram efeito do porta-enxerto sobre cultivares copa de pessegueiro, mas sim em macieira. Verificaram que nessa espécie é essencial o frio em ambas as partes da planta, ou seja, na parte aérea e nas raízes, para alcançar a máxima brotação. Além disso, em pessegueiro somente a copa necessitou frio, sendo que a exposição do porta-enxerto ao frio atrasou a brotação e reduziu o crescimento dos ramos na cultivar copa.

Em estudo com plantas de macieira com e sem tratamento de frio nas raízes, Young et al. (1995) identificaram que plantas tratadas com frio tiveram 50% de brotação após receber frio parcial, mas não aumentou nas plantas que em que as raízes não receberam frio. Também verificaram que plantas expostas a 1.370 unidades de frio atingiram 94% de brotação, contra 57% para plantas que não tiveram as raízes expostas ao frio. Além disso, plantas que tiveram raízes tratadas com frio aumentaram a taxa respiratória após 30 dias em casa de vegetação, o que não ocorreu com plantas não tratadas.

Na Espanha, Tabuenca & Gracia (1971) estudando o efeito do porta-enxerto sobre a saída da dormência de algumas cultivares de macieira, verificaram que algumas cultivares enxertadas sobre M.2 saíram do repouso mais tarde do que quando estavam enxertadas em M.7 ou M.9. Porém, a época de floração não foi influenciada pelo porta-enxerto.

No Brasil, Couvillon et al. (1984) verificaram que a macieira cv. Rome Beauty quando enxertada em MM.106 e MM.104 exibiram sintomas clássicos de insuficiência em frio, enquanto que aqueles em M.7 e especialmente em M.26, tiveram maior e mais uniforme brotação.

Conforme relatou Couvillon (1995), o requerimento em frio parece estar localizado nas gemas, mas pode mover-se através da união do enxerto. Uma prova disso foi o crescimento de copa de macieira 'Beverly Hills', que teve requerimento em frio satisfeito afetado pelo requerimento em frio do porta-enxerto. Em copas de macieira que receberam frio, enxertadas em porta-enxerto que também recebeu, o crescimento foi normal. No entanto, aquelas copas que foram enxertadas em porta-enxerto que não receberam frio brotaram, mas tiveram menor crescimento. Westwood & Chestnut

(1964) e Couvillon et al. (1984), verificaram isso em condições de campo.

Em estudo conduzido com pereira, por Westwood & Chestnut (1964), os autores identificaram que a combinação Bartlett/*Pyrus calleryana* teve menor requerimento de frio para brotar do que Bartlett/*Pyrus communis*. A cultivar Bartlett (Williams) requer mais de 1.100 horas de frio. Por outro lado, o porta-enxerto *P. calleryana* requer somente 400 horas. Os dados obtidos evidenciaram que a ‘Bartlett’ enxertada em porta-enxerto de baixo requerimento (*P. calleryana*) necessitou um número intermediário de horas de frio. Em outro experimento, a simples presença de *Pyrus calleryana* enxertado em um mesmo ramo com gemas de ‘Bartlett’ (com frio insuficiente), promoveu maior crescimento das gemas de ‘Bartlett’ comparado aos demais, sem a presença de *P. calleryana*. Os autores verificaram ainda que gemas de ‘Bartlett’ com frio insuficiente quando enxertadas em *Pyrus calleryana* cresceram melhor do que enxertadas na própria ‘Bartlett’. Além disso, gemas com frio completamente satisfeito crescem menos quando enxertadas em porta-enxertos que não receberam frio suficiente. Em função desses resultados, os autores concordam que muito do controle da dormência reside primariamente nas gemas, mas pode sofrer alguma influência das condições a certa distância dessas gemas. Os autores sugerem que ao menos parte desse controle de dormência sofre a ação de algum elemento sistêmico e translocável pela planta.

Westwood (1970) discutiu o possível movimento de promotores e inibidores através da união do enxerto, sugerindo que o menor requerimento em frio de copas em *Pyrus calleryana* foi devido a mudanças no balanço de promotores de crescimento e a redução nos níveis de ácido abscísico (ABA). O autor cita que, em *Pyrus*, o ABA foi o principal hormônio inibidor na fase de dormência. De acordo com Jackson (2003), a produção de citocininas pelas raízes pode ter importante efeito regulatório na brotação dos ramos, em relação a liberação da dormência e dominância apical, afetando também os processos envolvendo a divisão celular.

O mecanismo pelo qual o porta-enxerto controla o crescimento da copa ainda não está elucidado. Algumas tentativas de explicar essa influência via região da enxertia na translocação de nutrientes minerais e assimilados (Jones, 1974) ou em termos de anatomia de ramos e raízes (Lockard & Schneider, 1981) não foram bem sucedidas. Mais recentemente, evidências sugerem que, ao menos em parte, há uma forte influência do metabolismo e transporte de hormônios vegetais (Webster, 1995). Em recente revisão sobre o tema, Webster (2004) enumerou os mecanismos pelos quais os

porta-enxertos afetam o crescimento e a produção das copas, sendo: através do suprimento de água para a copa; redução ou desbalanço no suprimento de solutos para a copa e influência no metabolismo e translocação de hormônios vegetais. Conforme observado por Kamboj et al. (1997), o local primário da síntese de citocininas é o sistema radicular, no qual o metabolismo (e a síntese de citocininas) são estimulados pelo transporte de auxinas da parte aérea para as raízes.

No presente estudo, o porta-enxerto EMC, mais ananizante que os demais, proporcionou em média, maior brotação nas duas cultivares testadas. Niéki & Soltész (1996), mencionam que o uso de porta-enxertos de marmeleiros pode induzir floração mais precoce que porta-enxertos de outros gêneros, efeito atribuído ao fraco crescimento das cultivares copa de pereira quando enxertadas em marmeleiros. De acordo com Hongyi & Alston (1995), em geral em macieira os porta-enxertos mais ananizantes induzem a menor requerimento em frio e calor. Kamboj & Quinlan (1997) e Kamboj et al. (1997), trabalhando com macieiras enxertadas em porta-enxertos de diferente vigor, verificaram que, em porta-enxertos mais vigorosos, a auxina se move facilmente dos ramos e folhas da copa para as raízes novas, enquanto que as citonicinas são facilmente translocadas das raízes para os ramos, ao contrário do que acontece em porta-enxertos ananizantes. Além disso, o nível de ABA foi maior na casca de porta-enxertos ananizantes. Isso é consistente com o efeito do ABA no transporte de auxina, em que o maior nível de ABA resulta na redução no transporte de auxina.

Os resultados do presente estudo identificou que dependendo da combinação de copa/porta-enxerto pode haver alteração no requerimento em frio da cultivar copa. Porém, levanta uma questão curiosa. O porta-enxerto afeta o requerimento em frio da cultivar copa, mas será que o contrário também pode ser verdadeiro? Na cv. Kieffer com 200 HF, a melhor brotação foi quando enxertadas em Adams. Até aqui tudo bem, porque a Kieffer precisa de 300-400HF. No entanto, nos tratamento com 400 e 600 HF, houve melhor brotação quando utilizou-se a cv. Kieffer enxertada em porta-enxerto com maior requerimento em frio (como o EMA=1.150HF ou EMC=870HF), do que comparado a outro porta-enxerto com menor requerimento, como o Adams (730HF). Na cv. Packham's Triumph, no tratamento com 400 HF a melhor brotação foi quando enxertada em EMC. No tratamento com 800 HF, a melhor taxa de brotação foi em EMA, depois em EMC e menor em Adams. No caso da Kieffer em porta-enxertos *P. betulaefolia*, o fraco desempenho na brotação em doses de frio superiores à 400 HF

possivelmente se deve ao excesso de frio ou falta de calor. Após o requerimento em frio, as plantas precisam de calor. No caso, o *P. betulaefolia* precisa de muito calor.

Como visto, a dormência pode estar realmente localizada nas gemas, mas há fortes indícios de que podem sofrer influências de outras partes da planta, tanto das raízes como de ramos (interenxertos), pois controlam de certa forma o balanço ou fluxo de água, nutrientes e principalmente de síntese e translocação de hormônios vegetais. No entanto, o modo pelo qual os porta-enxertos afetam o comportamento das cultivares copas permanece pouco entendido, demandando mais pesquisas para elucidar tais mecanismos.

### **Abortamento de gemas florais (Experimentos 1 e 2)**

Com exposição a 200 HF a cv. Kieffer teve em média 51% de gemas florais abortadas. A cv. Packham's Triumph exposta à apenas 400 HF teve em média 74% de abortamento de gemas florais (Tabela 4). Assim, a exposição a quantidade de frio abaixo do requerimento das plantas apresentou altos índices de abortamento de gemas, em todas as combinações testadas, para as duas cultivares. Segundo Barnola et al. (1976), quando a superação da dormência não é adequada, pode causar alterações na brotação e causar a morte de gemas, com a conseqüente queda da produção.

Verificou-se também que a medida que as plantas receberam maior acúmulo de frio o abortamento de gemas florais foi menor, exceto quando o frio foi acima do requerido pela cultivar copa (Figura 3). De modo geral, na cv. Packham's Triumph, o tratamento com 1200 HF foi o que proporcionou a maior percentagem média de brotação (Tabela 2), com baixo índice de abortamento de gemas ( $\pm 10\%$ ) considerando-se todos os porta-enxertos testados (Tabela 4). No entanto, no tratamento com 1600 HF houve tendência a redução da brotação e aumento do abortamento de gemas florais ( $\pm 20\%$ ). Na cultivar Kieffer, de baixo requerimento em frio, efeito similar ocorreu quando utilizado os porta-enxertos EMA e Adams quando submetidos a 800 HF (Figura 4).

Portanto, quando o frio é insuficiente para suprir o requerimento da planta a brotação foi baixa e a incidência de abortamento foi alta. Verificou-se também que o frio, até a superação da dormência, é benéfico para a brotação e reduz o abortamento. Porém, o frio acima do requerido pela cultivar copa causou danos às plantas, fazendo

com que o abortamento de gemas torne a aumentar e ocorra redução na percentagem de brotação de gemas.

Camelatto et al. (2000) testaram várias combinações de frio e calor, em plantas em vasos da cultivar Packham's Triumph, e verificaram que em todos os tratamentos com frio houve menor percentagem de abortamento que o controle. Em outro experimento, os tratamentos com 650 e 900 horas a 6°C proporcionaram menor abortamento que o controle. No entanto, quando as plantas foram submetidas à 1.050 horas de frio o abortamento foi superior ao controle, resultado semelhante ao obtido no presente experimento.

Segundo Gariglio et al. (2006), o excesso de frio pode provocar redução na percentagem de brotação em gemas florais de pessegueiro, mas não em gemas vegetativas. De acordo com os autores, esse efeito foi mais pronunciado em cultivares de baixo requerimento em frio. Efeito similar já havia sido relatado anteriormente por Citadin et al. (2001), em pessegueiro no Sul do Brasil. Nesse último, os autores atribuíram a redução da brotação à injúria nas gemas e ramos, causando necroses e queda de gemas, devido a longa exposição a baixas temperaturas.

Esse efeito positivo do frio, amenizando os danos por abortamento de gemas, é suportado por diversos pesquisadores. Apesar do desconhecimento da origem do abortamento de gemas florais em pereira, diversos autores atribuem efeito positivo do frio na redução do distúrbio (Herter et al., 1994; Honjo, 1997; Camelatto et al., 2000). De acordo com Petri et al. (2000; 2002), o abortamento floral aumentou em anos com baixo acúmulo de frio. Isso também pôde ser confirmado pela comparação entre locais, sendo que em região mais fria como São Joaquim-SC o abortamento é menor. Além disso, plantas submetidas a frio artificial tiveram redução significativa no abortamento floral.

Nas condições do Sul do Brasil, apenas nas regiões mais frias como São Joaquim-SC é possível ocorrer mais de 1200 HF. Na maior parte das áreas recomendadas para o cultivo da pereira ocorre cerca de 500-900 HF. Se isolarmos apenas o efeito do frio no abortamento, sem nenhum controle químico, havendo cerca de 800 HF acumuladas, segundo o nosso experimento, é esperado que ocorra em média cerca de 30% de abortamento de gemas florais na cv. Packham's Triumph, quando enxertada em marmeleiros Adams, EMC ou EMA.

Portanto, conforme verificamos, se o porta-enxerto utilizado afeta a porcentagem de brotação então é possível optar por combinações copa/porta-enxerto que proporcionem maior porcentagem de brotação, com menor índice de abortamento de gemas florais.

#### 8.4. CONCLUSÕES

1. O maior acúmulo de frio aumentou a brotação e reduziu a incidência de abortamento de gemas florais, mas somente até suprir o requerimento das plantas; quando em excesso, foi prejudicial.
2. A cv. Kieffer apresenta baixo requerimento em frio, mas é bastante exigente em calor. Estima-se que a exigência de calor da 'Kieffer' esteja entre 9.500 – 12.000 GDH.
3. As combinações testadas podem ser ordenadas de forma crescente de requerimento em frio, sendo: Kieffer/EMA < Kieffer/Adams < Kieffer/EMC  $\leq$  Kieffer/*P. betulaefolia* Packham's/EMC < Packham's/EMA < Packham's/Adams
4. Há efeito do porta-enxerto utilizado sobre a porcentagem de brotação, alterando o requerimento em frio ou calor da cultivar copa.

#### 8.5. REFERÊNCIAS

- BARNOLA, P.; CHAMPAGNAT, P.; LAVARENNE, S. Taille en vert des rameaux et dormance des bourgeons chez le noisetier. **Cahiers Recherche Acad. Agriculture France.**, 62, 1163-1171, 1976.
- CAMELATTO, D. Dormência em fruteiras de clima temperado. **HortSul**, Pelotas, v.1, n.3, p. 12-17, 1990.
- CAMELATTO, D., NACHTIGALL, G.R., ARRUDA, J.J.P., HERTER, F.G. Efeito de flutuações de temperatura, horas de frio hibernal e reguladores de crescimento no abortamento de gemas florais de pereira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 22, n.1, p.111-117, 2000.
- CHANDLER, W.H. Some studies of rest in apple trees. **Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.** 76, p.1-10, 1960.
- CHAPLIN, C.E.; SCHNEIDER, G.W. Peach rootstock/scion hardiness effect. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.**, Alexandria, n.99:231-234, 1974.
- CITADIN, I.; RASEIRA, M.C.B.; HERTER, F.G.; SILVA, J.B. Heat requirement for blooming and leafing in peach. **HortScience**, Alexandria, n.36, p. 305-307. 2001.
- CITADIN, I.; RASEIRA, M.C.B.; HERTER, F.G.; SILVEIRA, C.A.P. Avaliação da necessidade de frio em pessegueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal –SP, v.24, n.3, p.703-706, 2002.
- COOK, N.C.; JACOBS, G. Progression of apple (*Malus x domestica* Borkh.) bud dormancy in two mild winter climates. **J. Hort. Sci. and Biotech.** 75, p.233-236, 2000.

- COUVILLON, G.A. Temperature and stress effects on rest in fruit trees: a review. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.395, p. 11-19, 1995.
- COUVILLON, G.A.; FINARDI, N.; MAGNANI, M.; FREIRE, C. Rootstock influences the chilling requirement of 'Rome Beauty' apple in Brazil. **HortScience**, Alexandria, n.19, p.255-256, 1984.
- DENNIS-Jr., F.G. Problems in standardizing methods for evaluating the chilling requirements for the breaking of dormancy in buds of woody plants. **HortScience**, Alexandria, v. 38 (3), p.347-350, 2003.
- DIAZ, M. Regulación del reposo en duraznero bajo condiciones tropicales y subtropicales. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.310 :83-96, 1992.
- GARIGLIO, N.; ROSSIA, D.E.G.; MENDOW, M.; REIG, C.; AGUSTI, M. Effect of artificial chilling on the depth of endodormancy and vegetative and flower budbreak of peach and nectarine cultivars using excised shoots. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 108, p. 371-377, 2006.
- GRIGGS, W.H.; IWAKIRI, B.T. Effect on rootstock on bloom periods of pear trees. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.**, Alexandria, n.94:109-111, 1969.
- HERTER, F. G.; RASEIRA, M. DO C. B.; NAKASU, B. H. Época de abortamento de gemas florais em pereira e sua relação com temperatura ambiente, em Pelotas - RS. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.16, n.1, p. 108-114, 1994.
- HONGYI, D.; ALSTON, F.H. Chilling and post-dormant heat requirement of quince and pear as rootstock for pear. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.403, p.150-160, 1995.
- HONJO, H. **Report on the research project on small-scale horticulture in Southern Brazil**. Utsunomiya: JICA, 1997. 36p.
- JACKSON, J.E. **Biology of Apple and Pears**. Cambridge University Press: New York, 2003. 487p.
- JONES, O.P. Xylem sap composition in apple trees: effect of the graft union. **Annals of Botany** 38, p.463-467, 1974.
- KAMBOJ, J.S.; BLAKE, P.S. ; QUINLAN, J.D. ; WEBSTER, A.D.; BAKER, D.A. Recent advances in studies on the dwarfing mechanism of apple rootstocks. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.451, 75-82, 1997.
- KAMBOJ, J.S.; QUINLAN, J.D. The apple rootstock and its influence on endogenous hormones. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.463, p.143-153, 1997.
- LANG, G.A. Dormancy: a new universal terminology. **HortScience**, Alexandria, v.22, n.5, p.817-820, 1987.
- LARCHER, W. A utilização dos elementos minerais. In: LARCHER, W. (Ed.) **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos – SP: Editora RiMa, cap.3, p.183-230, 2000.
- LAYNE, R.E.C.; WARD, G.M. Rootstock and seasonal influence on carbohydrate levels and cold hardiness of 'Redhaven' peach. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.**, Alexandria, n.103:408-413, 1978.
- LOCKARD, R.G.; SCHNEIDER, G.W. Stock and scion growth relationship and the dwarfing mechanism in apple. **Horticultural Review** 2, p.315-375, 1981.
- LORETI, F.; MASSAI, R. II contributo dell'università di Pisa al miglioramento genético Del portinnesi. **Frutticoltura**, Bologna, n.4, p.9-13, 1998.
- NEE, C.C.; FUCHIGAMI, L.H. The effect of rootstock on the chilling requirement of 'Nijisseiki' pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai). **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.279, p. 247-251, 1990.
- NYÉKI, J.; SOLTÉSZ, M. **Floral biology of temperate zone fruit trees and small fruits**. Akadémiai Kiadó, Budapest. 1996. 377p.
- PERRY, T. O. Dormancy of trees in winter. **Science**, n.171, p.29-36, 1971.

- PETRI, J. L.; LEITE, G. B.; YASUNOBU, Y. Incidência e fatores do abortamento de gemas em pereira japonesa (*Pyrus* spp.). In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, n.16, 2000, Fortaleza, CE. **Resumos...** Fortaleza: SBF, 2000, p.519.
- PETRI, J.L.; CAMELATTO, D.; HERTER, F.G. Quebra de dormência. In: NAKASU, B.H.; QUEZADA, A.C.; HERTER, F.G. **Pêra – produção**. Embrapa Clima Temperado (Pelotas, RS) – Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas. Série Frutas do Brasil. 2003. p.52-54.
- PETRI, J.L.; LEITE, G.B.; YASUNOBU, Y. Studies on the causes of floral bud abortion of japanese pear (*Pyrus pyrifolia*) in Southern Brazil. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.587: 375-380, 2002.
- PETRI, J.L.; PALLADINI, L.A.; SCHUCK, E.; DUCROQUET, J.P.; MATOS, C.S.; PAOLO, A.C. **Dormência e indução da brotação de fruteiras de clima temperado**. Florianópolis: EPAGRI, 1996. 110 p. (EPAGRI. Boletim Técnico, n.75).
- RAGEAU, R.; BONHOMME, M.; LEITE, G.B.; PUTTI, G.; RICHARD, J.P.; CROCOMBETTE, M. Spatial features of the path from the chilling receptor to the bud endodormancy release: Experimental contribution on peach tree. VIII International Symposium of Temperate Zone Fruits in the Tropics and Subtropics, ISHS, **Abstracts...**, p.21, Florianópolis, October, 2007.
- RAMIRA, A.; COLAUZZI, M.; MASIA, A.; PITACCO, A.; CARUSO, T.; MESSINA, R.; SCALABRELLI, G. Hormonal and climatological aspects of dormancy in peach buds. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.395, p.35-41, 1995.
- SAURE, M.C. Dormancy release in deciduous fruit trees. **Horticultural Rev.**, v. 7, p. 239-287, 1985.
- SILVEIRA, C.A.P.; HERTER, F.G.; CAMELATTO, D.; SILVA, E.S.B.; ZECCA, A.G.D.; BOSENBECKER, V.K. Ramos enxertados: uma nova metodologia para o estudo da dormência de frutíferas de clima temperado. **Anais...** 9º Congresso Nacional de Horticultura, Montevideo, Uruguai, p.62, 2003.
- SPIEGEL-ROY, P.; ALSTON, F.H. Chilling and post-dormant heat requirement as selection criteria for late-flowering pears. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, n.54 (2), p. 115-120, 1979.
- STRYDOM, D.K. Training of pear trees in semi-high density plantings with seedling rootstock. **Compact Fruit Tree** 31:108-111, 1998.
- SWARTZ, H.J.; GEYER, A.S.; POWELL, L.E.; LIN, S.-H. C. The role of bud scales in the dormancy of apples. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, Alexandria, n.109, 745-749, 1984.
- TABUENCA, M.C.; GRACIA, M. Influencia del patrón en la época de salida del reposo invernal de la variedad. **Anales de la Estación Experimental de Aula Dei**, n.11 (1/2), p. 51-57, 1971.
- WEBSTER, A.D. Vigour mechanisms in dwarfing rootstocks for temperate fruit trees. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.658, p.29-41, 2004.
- WEBSTER, A.D. Factors influencing the flowering, fruit set and fruit growth os european pears. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.596. p. 116-120. 2002.
- WEBSTER, A.D. Rootstock and interstock effects on deciduous fruit tree vigour, precocity, and yield productivity. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, v. 23, p.373-382, 1995.
- WESTWOOD, M.N. Rootstock – scion relationship in hardiness of deciduous fruit trees. **HortScience**, Alexandria, n.5 (5), p.418-421, 1970.

- WESTWOOD, M.N.; CHESTNUT, N.E. Rest period chilling requirements of Bartlett pear as related to *Pyrus calleryana* and *P. communis* rootstocks. **Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.**, 84, p.82-87, 1964.
- YOUNG, E.; DAUTLICK, T.K.; BELDING, R.D. Respiratory changes during dormancy breaking of apple trees. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.395, p.21-33, 1995.
- YOUNG, E.; OLCOTT-REID, B. Siberian C rootstock delays bloom of peach. **J. Amer. Hort. Sci.**, Alexandria, n.104: 178-181, 1979.
- YOUNG, E.; WERNER, D.J. Effects of rootstock and scion chilling during rest on resumption of growth in Apple and peach. **Journal of the Horticultural Science**, Ashford, n.109, 548-551, 1984.
- YOUNG, E.; WERNER, D.J. Chill unit and growing degree hour requirements for vegetative bud break in six apple rootstock. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, n.110, 411-413, 1985.

## Tabelas e Figuras

**TABELA 1.** Índice de brotação de gemas (%) da cv. Kieffer, enxertada sobre diferentes porta-enxertos e submetidos a quatro níveis de acúmulo de frio, em função do dia de avaliação. PPGA/UFPel – Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2008.

<b>9 DIAS (3.170 unidades de calor)</b>					
<b>Porta-enxerto</b>	<b>200 HF</b>	<b>400 HF</b>	<b>600 HF</b>	<b>800 HF</b>	<b>Média</b>
<i>P. betulaefolia</i>	0,71 Aa	6,50 Aa	4,73 ABa	2,78 Ba	<b>3,68 B</b>
ADAMS	1,91 Ab	0,86 Ab	1,04 Bb	33,20 Aa	<b>9,25 B</b>
EMC	0,63 Ac	8,57 Abc	15,46 Ab	49,17 Aa	<b>18,46 A</b>
EMA	3,84 Ab	5,50 Ab	11,78ABab	23,42 Aa	<b>11,14 AB</b>
<b>Média</b>	<b>1,77 b</b>	<b>5,36 b</b>	<b>8,25 b</b>	<b>27,14 a</b>	<b>CV= 71,35</b>
<b>21 DIAS (7.370 unidades de calor)</b>					
<i>P. betulaefolia</i>	1,87 Ab	31,15 ABa	12,38 Aab	9,31 Bab	<b>13,68 C</b>
ADAMS	4,79 Abc	3,85 Cc	24,32 Ab	53,31 Aa	<b>21,57 BC</b>
EMC	1,56 Ac	48,40 Aab	31,01 Ab	70,98 Aa	<b>37,99 A</b>
EMA	9,65 Ab	20,01 BCb	32,51 Ab	63,00 Aa	<b>31,29 AB</b>
<b>Média</b>	<b>4,47 c</b>	<b>25,85 b</b>	<b>25,06 b</b>	<b>49,15 a</b>	<b>CV= 47,29</b>
<b>27 DIAS (9.520 unidades de calor)</b>					
<i>P. betulaefolia</i>	4,35 Ac	43,46 Ab	28,61 Bb	75,59 ABa	<b>38,00 AB</b>
ADAMS	8,25 Ab	12,85 Bb	40,05 ABa	57,94 Ba	<b>29,77 B</b>
EMC	5,73 Ac	55,54 Ab	40,37 ABb	86,30 Aa	<b>46,99 A</b>
EMA	13,58 Ab	31,04 Ab	56,88 Aa	68,85 ABa	<b>42,59 A</b>
<b>Média</b>	<b>7,98 c</b>	<b>35,72 b</b>	<b>41,48 b</b>	<b>72,17 a</b>	<b>CV= 28,80</b>
<b>34 DIAS (12.185 unidades de calor)</b>					
<i>P. betulaefolia</i>	10,61 Ac	54,60 ABb	48,62 Bb	86,20 Aa	<b>50,01 AB</b>
ADAMS	11,64 Ac	46,75 Bb	69,76 ABa	60,00 Bab	<b>47,04 B</b>
EMC	7,40 Ac	55,54 ABb	60,08 ABb	87,63 Aa	<b>52,66 AB</b>
EMA	13,58 Ab	77,06 Aa	73,67 Aa	68,85 ABa	<b>58,29 A</b>
<b>Média</b>	<b>10,81 c</b>	<b>58,49 b</b>	<b>63,03 b</b>	<b>75,67 a</b>	<b>CV= 21,80</b>
<b>46 DIAS (16.710 unidades de calor)</b>					
<i>P. betulaefolia</i>	28,61 ABc	56,20 Ab	61,00 Bb	97,00 Aa	<b>60,70 A</b>
ADAMS	41,07 Ac	76,47 Aab	85,10 Aa	61,64 Cbc	<b>66,07 A</b>
EMC	11,40 Bb	69,63 Aa	71,67 ABa	89,71 ABa	<b>60,60 A</b>
EMA	19,88 ABb	80,71 Aa	83,06 ABa	69,98 BCa	<b>63,41 A</b>
<b>Média</b>	<b>25,24 b</b>	<b>70,75 a</b>	<b>75,21 a</b>	<b>79,58 a</b>	<b>CV= 21,05</b>
<b>60 DIAS /FINAL (21.865 unidades de calor)</b>					
<i>P. betulaefolia</i>	43,88 ABb	63,52 Ab	61,00 Bb	97,00 Aa	<b>66,35 A</b>
ADAMS	52,08 Ac	79,05 Aab	85,62 Aa	61,64 Cbc	<b>69,60 A</b>
EMC	16,88 Bb	70,85 Aa	71,67 ABa	89,71 ABa	<b>62,28 A</b>
EMA	29,87 ABb	81,06 Aa	85,28 ABa	72,69 BCa	<b>67,23 A</b>
<b>Média</b>	<b>35,68 b</b>	<b>73,62 a</b>	<b>75,89 a</b>	<b>80,26 a</b>	<b>CV= 21,12</b>

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna, e minúscula na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan (P<0,05).

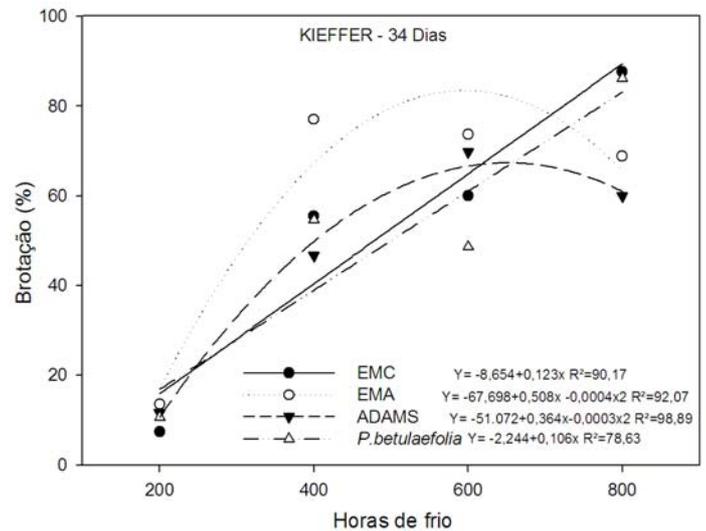
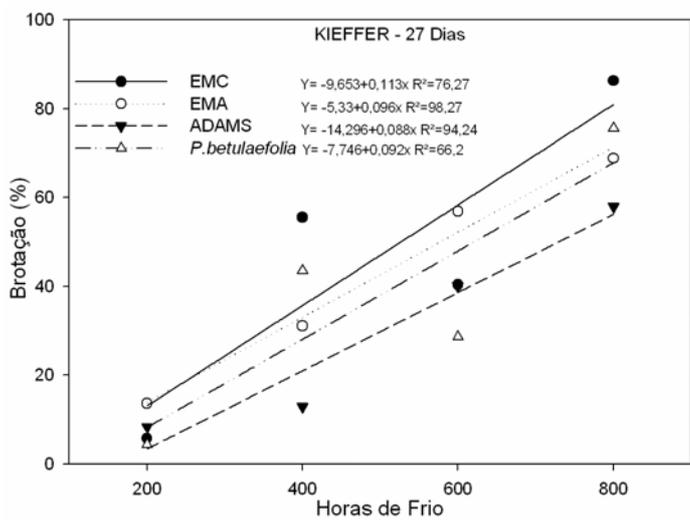
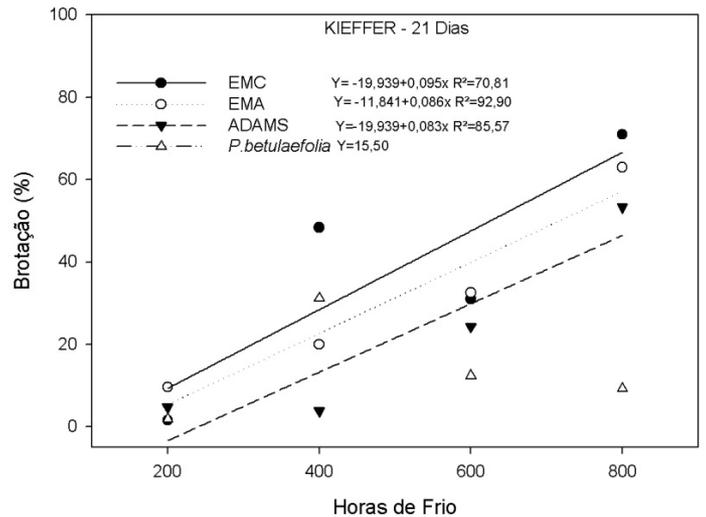
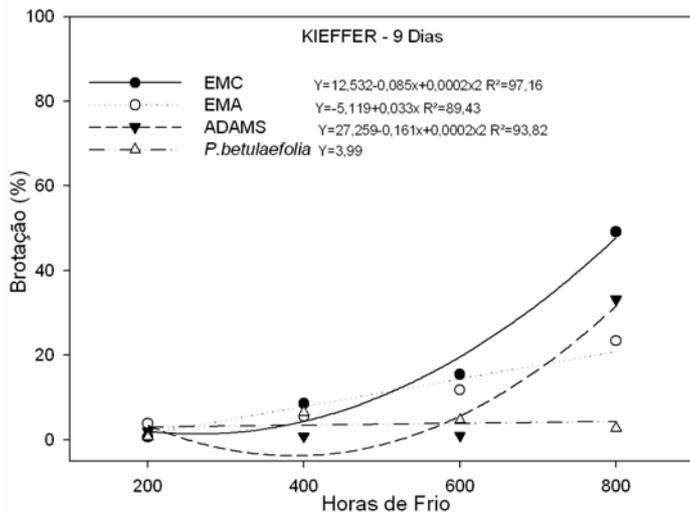
**TABELA 2.** Índice de brotação de gemas (%) da cv. Packham's Triumph, enxertada sobre três diferentes porta-enxertos e submetidos a quatro níveis de acúmulo de frio, em função do dia de avaliação. PPGA/UFPel – Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2008.

<b>9 DIAS (3.300 unidades de calor)</b>					
<b>Porta-enxerto</b>	<b>400 HF</b>	<b>800 HF</b>	<b>1200 HF</b>	<b>1600 HF</b>	<b>Média</b>
ADAMS	3,06 Ab	1,43 Ab	2,35 Ab	14,55 Aa	<b>5,35 A</b>
EMC	1,12 Aab	0,45 Aab	0,00 Ab	4,44 Ba	<b>1,50 B</b>
EMA	0,15 Aa	0,88 Aa	0,00 Aa	1,81 Ba	<b>0,71 B</b>
<b>Média</b>	<b>1,44 b</b>	<b>0,92 b</b>	<b>0,78 b</b>	<b>6,93 a</b>	<b>CV= 109,27</b>
<b>21 DIAS (7.620 unidades de calor)</b>					
ADAMS	5,83 Ab	14,61 Ab	53,89 Ba	56,72 Aa	<b>32,76 AB</b>
EMC	2,68 Ab	12,06 Ab	84,30 Aa	57,21 Aa	<b>39,06 A</b>
EMA	0,38 Ac	10,44 Abc	57,35 ABa	29,39 Bb	<b>24,39 B</b>
<b>Média</b>	<b>2,96 d</b>	<b>12,37 c</b>	<b>65,18 a</b>	<b>47,77 b</b>	<b>CV= 46,09</b>
<b>27 DIAS (9.710 unidades de calor)</b>					
ADAMS	7,78 Ab	42,30 Aa	69,31 Aa	58,11 Ba	<b>44,38 B</b>
EMC	5,33 Ab	65,99 Aa	88,78 Aa	83,40 Aa	<b>60,88 A</b>
EMA	1,66 Ac	69,35 Ab	69,63 Ab	91,25 Aa	<b>57,97 A</b>
<b>Média</b>	<b>4,92 c</b>	<b>59,21 b</b>	<b>75,91 a</b>	<b>77,59 a</b>	<b>CV= 24,36</b>
<b>34 DIAS (12.380 unidades de calor)</b>					
ADAMS	10,27 Ac	52,02 Ab	80,07 Aa	58,84 Cb	<b>50,3 B</b>
EMC	8,34 Ac	69,74 Ab	93,15 Aa	84,71 Bab	<b>63,99 A</b>
EMA	4,00 Ac	73,20 Ab	84,69 Ab	97,73 Aa	<b>64,91 A</b>
<b>Média</b>	<b>7,37 c</b>	<b>64,99 b</b>	<b>85,97 a</b>	<b>80,43 a</b>	<b>CV= 20,16</b>
<b>46 DIAS (16.790 unidades de calor)</b>					
ADAMS	15,05 Ab	62,14 Aa	81,04 Aa	58,09 Ba	<b>54,08 B</b>
EMC	36,87 Ab	73,88 Aa	93,15 Aa	84,71 ABa	<b>72,15 A</b>
EMA	14,23 Ac	76,56 Ab	94,80 Aab	97,73 Aa	<b>70,83 A</b>
<b>Média</b>	<b>22,05 c</b>	<b>70,86 b</b>	<b>89,66 a</b>	<b>80,18 ab</b>	<b>CV= 23,27</b>
<b>60 DIAS /FINAL (22.005 unidades de calor)</b>					
ADAMS	15,59 Ab	63,23 Aa	81,04 Aa	58,09 Ba	<b>54,49 B</b>
EMC	36,87 Ab	74,72 Aa	93,15 Aa	84,71 ABa	<b>72,36 A</b>
EMA	17,98 Ac	77,37 Ab	94,80 Aab	97,73 Aa	<b>71,97 A</b>
<b>Média</b>	<b>23,48 c</b>	<b>71,77 b</b>	<b>89,66 a</b>	<b>80,18 ab</b>	<b>CV= 22,78</b>

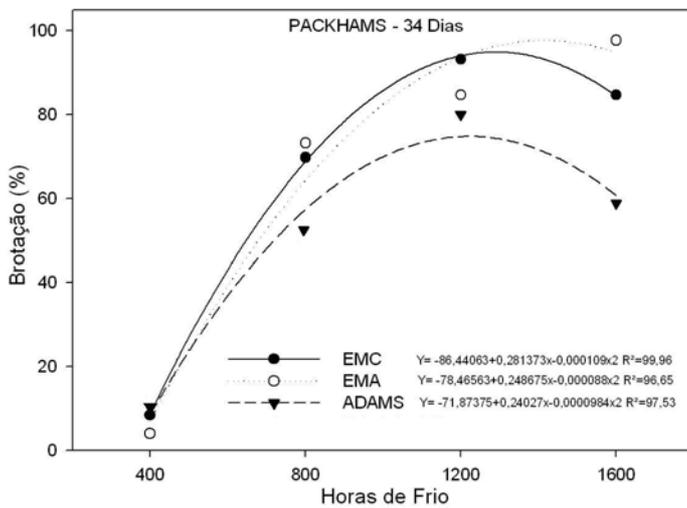
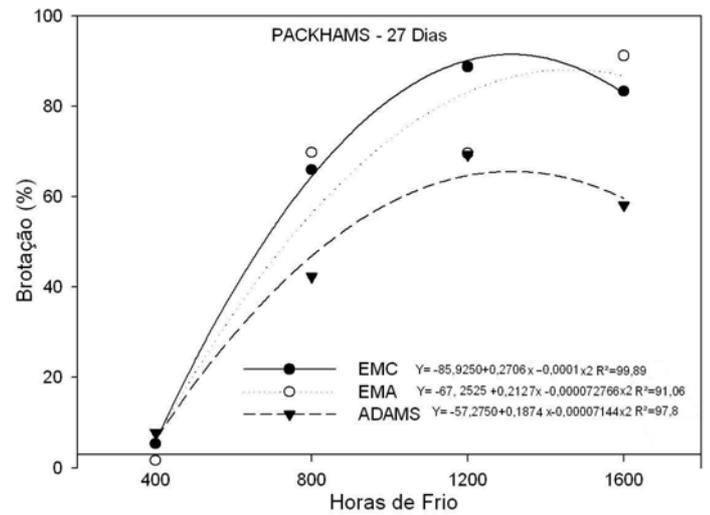
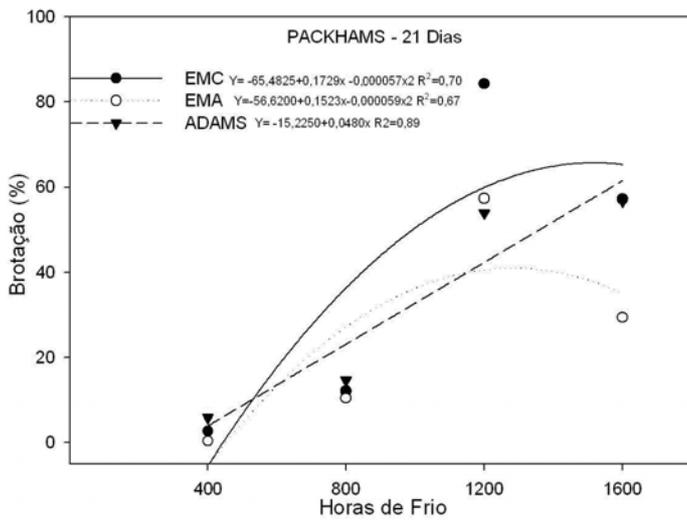
Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna, e minúscula na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan (P<0,05).

**TABELA 3.** Índice de brotação de gemas (%) da cv. Packham's Triumph, enxertada sobre *Pyrus betulaefolia*, e submetidos a acúmulo de 400 e 800 horas de frio, em função do dia de avaliação. PPGA/UFPel – Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2008.

<b>HF</b>	<b>9 dias</b>	<b>21 dias</b>	<b>27 dias</b>	<b>34 dias</b>	<b>46 dias</b>	<b>Final (60dias)</b>	<b>Abortamento (%)</b>
<b>400</b>	1,84	6,00	7,97	11,50	16,50	16,50	83,50
<b>800</b>	5,37	12,83	49,01	49,98	50,76	50,76	47,66



**FIGURA 1.** Padrão de brotação (%) em função da quantidade de frio acumulado, aos 9, 21, 27 e 34 dias de avaliação, para a cv. Kieffer enxertada em quatro porta-enxertos. PPGA/UFPEL – Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2008.



**FIGURA 2.** Padrão de brotação (%) em função da quantidade de frio acumulado, por dia de avaliação, para a cv. Packham's Triumph enxertada em três porta-enxertos. PPGA/UFPel – Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2008.

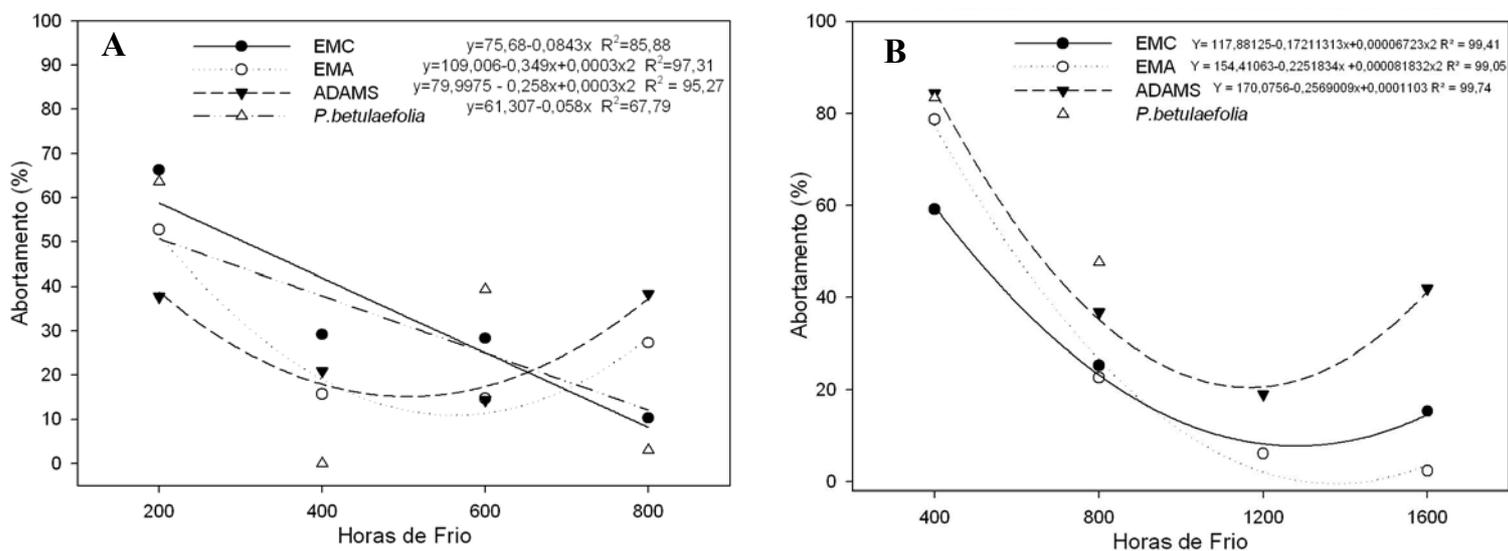
**TABELA 4.** Efeito do acúmulo de frio sobre a intensidade de abortamento de gemas florais (%) em duas cultivares de pereira, enxertadas em diferentes porta-enxertos. PPGA/UFPel – Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2008.

<b>cv. Kieffer</b>					
Porta-enxerto	Frio acumulado				Média
	200 HF	400 HF	600 HF	800 HF	
<i>P. betulaefolia</i>	46,81 ABa	36,46 Aa	39,33 Aa	3,00 Cb	31,40 A
ADAMS	37,74 Ba	20,95 Aab	14,38 Bb	38,36 Aa	27,86 A
EMC	66,25 Aa	29,15 Ab	28,33 ABb	10,29 BCb	33,51 A
EMA	52,74 ABa	15,69 Ab	14,72 Bb	27,34 ABab	27,62 A
<b>Média</b>	50,89 a	25,56 b	24,19 b	19,75 b	CV=36,65

<b>cv. Packham's Triumph</b>					
Porta-enxerto	Abortamento (%)	Frio acumulado	Abortamento (%)		
ADAMS	45,52 A	400	74,10 A		
EMC	26,44 B	800	28,23 B		
EMA	27,43 B	1200	10,36 C		
		1600	19,82 BC	CV=38,59	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna, e minúscula na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ( $P < 0,05$ ).



**FIGURA 3.** Efeito do acúmulo de frio ( $5^{\circ}\text{C} \pm 2$ ) na intensidade de abortamento de gemas florais (%) nas cultivares Kieffer (A) e Packham's Triumph (B), em diferentes porta-enxertos. PPGA/UFPel - Embrapa Clima Temperado. Pelotas-RS. 2008.

## 9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos últimos anos, no Sul do Brasil, os produtores de pereira têm realizado esforços importantes para a melhoria da produção, na maior parte aplicando tecnologias que são utilizadas em outros países. Essa ousadia tem mostrado que a produção de pêra de alta qualidade nas nossas condições climáticas é perfeitamente possível, e pode ser bastante rentável. A disponibilização dos pomares para o acesso à pesquisa é uma ação importante, por proporcionar a condição real de cultivo utilizada e que pode proporcionar resultados em menor espaço de tempo. Também é importante deixar claro que os produtores e a pesquisa têm objetivos comuns, ou seja, a contínua melhoria da quantidade e da qualidade da produção agrícola brasileira.

Nos estudos conduzidos sobre a dormência de plantas, nas condições climáticas de Vacaria-RS, verificamos que há diferenças marcantes na dinâmica da dormência entre as cultivares Packham's Triumph e Abate Fetel, mas não entre os porta-enxertos utilizados (EMC e Adams), também há dinâmica diferente para as gemas apicais e laterais, sendo que ambas respondem ao frio, mas as laterais respondem mais lentamente. O que chama a atenção é que o período de maior inibição das gemas ocorre ainda no outono, quando ainda não ocorreu acúmulo de frio e, sendo atribuída a inibição correlativa (dominância apical e inibições foliares). Contudo, todas as combinações chegaram ao final do inverno com baixo TMB, em condições de brotar, indicando que já haviam superado a fase de repouso, e todas as combinações tiveram boa brotação e floração e posteriormente mostraram-se produtivas. Como os nossos estudos foram direcionados à fase de ocorrência de frio, as avaliações começaram somente em abril e, portanto, o TMB já estava elevado, e decrescendo gradualmente. Seria interessante começar as avaliações já no mês de fevereiro, a fim de evidenciar o aumento do TMB desde o início da parada de crescimento e, assim, também, ter informações do estado de inércia durante toda a fase de paradormência. Aliado a isso, poderia ser monitorado a taxa de crescimento dos ramos no fim da estação de crescimento, a fim de comprovar se copas enxertadas em porta-enxertos de menor vigor possui parada de crescimento mais precoce, e se isso reflete no maior estado de inércia das gemas, verificado através do TMB.

Em relação às análises de carboidratos, a idéia inicial foi realizar as análises por cromatografia gasosa. Entretanto, por vários motivos isso não foi possível. Sendo assim, optou-se por determinar os açúcares totais, via reação com Antrona, de acordo com Dische (1962), que é uma metodologia amplamente utilizada em fisiologia vegetal para determinações em diferentes tecidos vegetais, de várias espécies. Porém, ao final das determinações, os dados não correspondiam a um comportamento normal. Em função disso, realizou-se uma série de testes para verificação se os diferentes açúcares estavam ou não reagindo com Antrona. Para nossa surpresa, verificamos que o açúcar álcool sorbitol não estava reagindo. Houve a tentativa de quantificar os açúcares totais

incluindo o sorbitol, no entanto chegou-se muito perto de adaptar uma metodologia descrita por Grahan (1963). Todavia ficam os inúmeros testes realizados como base para uma futura metodologia, que possa ser rápida e de baixo custo, para a determinação de açúcares totais incluindo o sorbitol. Assim, optou-se por apresentar nesse estudo apenas os dados de amido, que é componente principal de reserva das plantas, açúcares redutores (glicose e frutose) e sacarose. Os açúcares redutores são aqueles que realmente serão utilizados pelas plantas, como substrato para o crescimento.

De modo geral, os resultados obtidos nas quantificações de carboidratos revelaram que as plantas do pomar comercial em Vacaria-RS possuem uma boa quantidade de reservas. Isso está de acordo com os resultados positivos em termos de produção de frutas. A cv. Abate Fetel possui um nível maior de reservas e açúcares que a cv. Packham's Triumph. Possivelmente isso possa ter alguma relação com a maior suscetibilidade desta cultivar à necroses. Enfim, essas determinações de carboidratos servem como base para o maior entendimento da fisiologia da pereira.

No presente estudo foi verificada a presença de tumores em gemas, muitas vezes associados às necroses. Esses tumores já haviam sido relatados por outros pesquisadores. É importante uma ação de pesquisa visando compreender melhor a origem desse distúrbio, se é realmente devido a algum agente bacteriano. É possível que o avanço nesse sentido possa contribuir para a elucidação do fator causal da necroses em gemas florais. Para isso é preciso utilizar as ferramentas mais avançadas disponíveis. Se for confirmado que a necrose tem a origem causada por algum microorganismo, isso poderia explicar o porquê da redução das necroses quando as plantas são submetidas à maior acúmulo de frio. Outro ponto que merece atenção é relativo às pontuações negras nas escamas e em partes de ramos que sustentam as gemas. É preciso investigar se são originários de microorganismos e se causam danos ou se são apenas oportunistas.

Salienta-se que é preciso continuar as investigações sobre as origens das necroses e do abortamento de gemas, além de aprofundar os estudos em relação a aspectos fitossanitários, especialmente em relação às bactérias e sobre a origem dos tumores identificados na parte de biologia floral. Como há uma evidente variação na suscetibilidade entre cultivares, sendo que em algumas praticamente não ocorrem o abortamento, torna-se importante intensificar esforços no melhoramento genético da pereira, a fim de obter cultivares melhor adaptadas às condições do Sul do Brasil, que possam produzir frutas de boa qualidade. Tanto a ocorrência de tumores quanto o número de primórdios florais por gema, possuem certa associação com a incidência de necrose nas gemas florais em pereiras, mesmo quando as plantas são enxertadas em marmeleiros e conduzidas com bom nível de tecnologia.

Sabe-se que está havendo importante produção nos pomares novos (12 a 50 t/ha), conduzidos com bom nível de tecnologia, em Vacaria-RS. Somente pelo detalhamento da condição interna dessas gemas, em laboratório, foi possível identificar o quanto existe de necroses mesmo nessa condição de cultivo, que é moderado em determinadas cultivares, e que não é percebido visualmente em condições de campo. O fato de haver boa produtividade mesmo com esse nível de dano demonstra que é plenamente possível conviver com o problema, e que ainda há potencial para aumento da produção. Há que considerar que o nível de dano possa ter forte componente genético, sendo algumas cultivares mais suscetíveis que outras. No caso, a Packham's Triumph mostrou-se muito mais suscetível do que a Abate Fetel, nos dois anos de estudo. Porém, ressalta-se que é preciso haver a continuidade das pesquisas para elucidar de vez esse problema, que pode possibilitar uma maior expansão da área de cultivo com pereira.

No quinto artigo, com plantas em vasos, os porta-enxertos testados não foram os mais adequados para evidenciar a influência do porta-enxerto no requerimento em frio. A idéia inicial previa mais tratamentos, mas devido a problemas na propagação das plantas, além da perda de algumas plantas, acabou ocasionando um número insuficiente de plantas que pudessem ser submetidas a todos os tratamentos de frio. Para que o experimento tivesse maior êxito haveria de ter porta-enxertos com muito baixo requerimento em frio como *Pyrus calleryana*, com requerimento um pouco superior seria o *Pyrus betulaefolia* e vários porta-enxertos de marmeleiros, combinados com cultivares de baixo frio como a Kieffer, intermediário como a Packham's Triumph e de alto requerimento como a cv. Bartlett. Além disso, teríamos que ter também as copas em pé franco, bem como os porta-enxertos isoladamente, com repetições suficientes para dosar ao menos quatro tratamentos de frio.

Apesar de haver considerável variação na brotação entre os porta-enxertos testados, a pereira mostrou-se não ser a cultura mais indicada para verificar o efeito do porta-enxerto sobre o requerimento em frio da cultivar copa. Isso porque possuem dois complicadores a mais, um é o abortamento de gemas que ainda permanece com origem desconhecida e o outro é a possibilidade maior de haver problema com incompatibilidade de enxertia. Nesse sentido a macieira representa uma espécie mais adequada para esse tipo de verificação. Considerando-se a variação encontrada na brotação entre plantas, recomenda-se que seja adotado um número mínimo de 10 repetições para cada tratamento, eliminado-se os valores mais discrepantes. Mesmo assim, os resultados mostraram que o porta-enxerto altera a percentagem de brotação, ou pela redução do requerimento em frio ou calor. Portanto, considerando a relevância e possibilidades que o domínio desse conhecimento pode

oferecer, esse é realmente um tema que merece maiores investigações, especialmente para as áreas com baixo acúmulo de frio ou com grande variabilidade climática entre anos.

Evidentemente que não há como desenvolver uma tese de doutorado sem sofrer um grande processo de mudança e aprendizado, onde o aprender fazendo proporciona a real consolidação do conhecimento. Dito isso, o modo de pensar ciência hoje está muito mais crítico do que quando os problemas foram propostos, o que deixa a sensação de que poderíamos ter feito mais e melhor. Mas fazer ciência é isso, ela é construída dia-a-dia, tanto pelos acertos como pelos erros cometidos.

### **REFERÊNCIAS**

- DICHE, Z. Genera color reactions. In: WHISTLER, R.L.; WOLFRAM, M.L. **Carbohydrate chemistry**. New York: Academic Press, 1962. p.477-520.
- GRAHAN, H. D. Reaction of sugar alcohols with the anthone reagent. **Journal of Food Science**, n.28, p.440-445, 1963.

## 10. APÊNDICES

**Apêndice 1A)** Análise da variância para o Tempo Médio de Brotação (TMB), de duas cultivares copa e dois porta-enxertos, em Vacaria-RS, durante o outono/inverno de 2005. PPGA/UFPel – Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2008.

<b>Causas da Variação</b>	<b>G.L</b>	<b>S.Q</b>	<b>Q.M</b>	<b>Valor F</b>	<b>Prob. &gt;F</b>
Blocos (B)	2	0.370581			
Cultivar (CV)	1	55.37526	55.37526	171.3176	0.00001**
Porta-enxerto (PE)	1	1.52819	1.52819	4.7278	0.03059*
Posição (P)	1	213.10084	213.10084	659.2822	0.00001**
Coleta (CL)	4	165.34379	41.3359	127.8834	0.00001**
CV x PE	1	0.20867	0.20867	0.6456	0.57036
CV x P	1	67.75759	67.75759	209.6255	0.00001**
CV x CL	4	22.97556	5.74389	17.7702	0.00001**
PE x P	1	0.00851	0.00851	0.0263	0.86594
PE x CL	4	0.45321	0.11330	0.3505	0.84387
P x CL	4	114.33087	28.58272	88.4280	0.00001**
CV x PE x P	1	0.03489	0.03489	0.1079	0.74242
CV x PE x CL	4	2.84288	0.71072	2.1988	0.07535
PE x P x CL	4	0.53081	0.13270	0.4105	0.80246
CV x PE x P x CL	4	1.94666	0.48666	1.5056	0.20710
RESIDUO	82	26.50499	0.32323		
<b>TOTAL</b>	<b>119</b>	<b>673.31331</b>			
MÉDIA GERAL= 5,3546 CV=10,62%					

\*\* , \* = significativos a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

**Apêndice 2A)** Análise da variância para o Tempo Médio de Brotação (TMB), de duas cultivares copa e dois porta-enxertos, em Vacaria-RS, durante o outono/inverno de 2006. PPGA/UFPel – Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2008.

<b>Causas da Variação</b>	<b>G.L</b>	<b>S.Q</b>	<b>Q.M</b>	<b>Valor F</b>	<b>Prob. &gt;F</b>
Blocos (B)	2	0,11428			
Cultivar (CV)	1	4,69056	4,69056	43,2156	0.00001**
Porta-enxerto (PE)	1	0,20016	0,20016	1,8442	0.17589
Posição (P)	1	26,7925	26,79245	246,847	0.00001**
Coleta (CL)	3	86,7800	27,92667	266,5105	0.00001**
CV x PE	1	0,01477	0,01477	0,1361	0.71445
CV x P	1	4,12687	4,12687	38,0221	0.00001**
CV x CL	3	1,68908	0,56303	5,1873	0.00318**
PE x P	1	0,07878	0,07878	0,7259	0.59812
PE x CL	3	0,42151	0,14050	1,2945	0.28308
P x CL	3	54,4151	18,1384	167,1145	0.00001**
CV x PE x P	1	0,18936	0,18936	1,7447	0.18815
CV x PE x CL	3	0,53650	0,17883	1,6477	0.18571
PE x P x CL	3	0,19265	0,06422	0,5917	0.62670
CV x PE x P x CL	3	0,23461	0,07820	0,7205	0.54643
RESIDUO	65	7,05501	0,10854		
<b>TOTAL</b>	<b>95</b>	<b>187,5318</b>			
MÉDIA GERAL= 4,149 CV=7,94%					

\*\* , \* = significativos a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

**Apêndice 3A)** Resumo da análise da variância e testes de significância para as variáveis Princípio de Necrose, Presença de Tumor, Primórdios Necrosados, Duplicação da Inflorescência e Número Médios de Primórdios, de duas cultivares copa e dois porta-enxertos, em Vacaria-RS, durante no final do inverno de 2005. PPGA/UFPel – Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2008.

Causas da Variação	G.L	Quadrado Médio				
		Início de Necrose	Presença de Tumor	Primórdios Necrosados	Duplic. Infloresc.	Nº Primórdios
Blocos (B)	7	0.09378	0.2199	0.02073	0.0562	1.06031
Cultivar (CV)	1	1.57901 **	3.2431**	0.10007	1.02321**	16.965**
Porta-enxerto (PE)	1	0.03312	0.00073	0.02018	0.1267	3.1878**
CV x PE	1	0.21726 *	0.2925	0.19044 *	0.0008	0.26281
RESIDUO	21	0.06614	0.1153	0.03219	0.0478	0.39531
Média Geral		1.19	0.769	0.4015	0.2368	8.15
CV (%)		23.00	44.15	44.69	92.31	7.71

\*\* , \* = significativos a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

**Apêndice 4A)** Resumo da análise da variância e testes de significância para as variáveis Início de Necrose, Presença de Tumor, Primórdios Necrosados, Duplicação da Inflorescência e Número Médios de Primórdios, de duas cultivares copa e dois porta-enxertos, em Vacaria-RS, durante cinco épocas de coleta de gemas durante o outono e inverno de 2006. PPGA/UFPel – Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2008.

Causas da Variação	G.L	Quadrado Médio				
		Início de Necrose	Presença de Tumor	Primórdios Necrosados	Duplic. Infloresc.	Nº Primórdios
Blocos (B)	2					
Época coleta (EC)	4	0.9586387**	0.263621**	0.198139**	0.1049701**	1.09644**
Cultivar (CV)	1	1.817935**	0.753651**	0.391756**	0.09050416*	0.21841
Porta-enxerto (PE)	1	0.003532587	0.095442*	0.002097	0.002663817	0.26934
EC x PE	4	0.00429738	0.03015	0.007408	0.008909888	0.19184
EC x CV	4	0.4100696**	0.25679**	0.098029**	0.02354994	0.32157
CV x PE	1	0.1198145	0.15367**	0.022816	0.004637762	2.15841**
EC x PE x CV	4	0.03471746	0.028022	0.015042	0.02947493	0.18024
RESIDUO	38	0.04593155	0.02127	0.013849	0.02287903	0.18162
Média Geral		0,269	0,144	0,12	0,097	7,74
CV (%)		79,57	101,10	97,13	155,63	5,50

\*\* , \* = significativos a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

**Apêndice 5A)** Resumo da análise da variância e testes de significância para as variáveis 9, 21, 25, 30, 43 e 60 dias de avaliação, de quatro porta-enxertos submetidos a quatro doses de frio acumulado. PPGA/UFPel – Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2008.

Causas da Variação	G. L	Quadrado Médio					
		9 dias	21 dias	25 dias	30 dias	43 dias	60 dias
Porta-enxerto (PE)	3	0.241268**	0.651523**	0.630819**	0.794020**	0.826005**	0.886879**
Horas de Frio (HF)	3	0.104723**	0.523621**	0.488768**	0.389576**	0.370968**	0.345277**
PE x HF	9	0.019117	0.030879	0.019325	0.023462	0.023219	0.023895
RESIDUO	48	0.012724	0.027156	0.029878	0.028217	0.026612	0.025876
CV (%)		37,44	28,17	26,87	25,10	23,87	23,38

\*\* , \* = significativos a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

**Apêndice 6A)** Resumo da análise da variância e testes de significância para as variáveis 9, 21, 27, 34, 46 e 60 dias de avaliação e abortamento floral, da cv. Kieffer, enxertada em quatro porta-enxertos e submetidos a quatro doses de frio acumulado. PPGA/UFPEL – Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2008.

Causas da Variação	G.L	Quadrado Médio						
		9 dias	21 dias	27 dias	34 dias	46 dias	60 dias	Abortamento
Porta-enx.(PE)	3	0,09048*	0,23477**	0,15373**	0,05274	0,01845	0,03847	0,02707
Horas Frio (HF)	3	0,47796**	1,01471**	1,68965**	1,87461**	1,37601**	0,92401**	0,45300 **
PE x HF	9	0,08275*	0,18327**	0,07892*	0,06746*	0,15681**	0,16241**	0,15280**
RESIDUO	48	0,03224	0,04849	0,03405	0,02951	0,03939	0,04374	0,03926
CV (%)		71,35	47,29	28,80	21,80	21,05	21,12	36,65

\*\* , \* = significativos a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

**Apêndice 7A)** Resumo da análise da variância e testes de significância para as variáveis 9, 21, 27, 34, 46 e 60 dias de avaliação e abortamento floral, da cv. Packham's Triumph, enxertada em três porta-enxertos e submetidos a quatro doses de frio acumulado. PPGA/UFPEL – Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2008.

Causas da Variação	G.L	Quadrado Médio						
		9 dias	21 dias	27 dias	34 dias	46 dias	60 dias	Abortam.
Porta-enx. (PE)	2	0,05807**	0,15803	0,15354*	0,15458*	0,26040*	0,30378**	0,33162**
Horas Frio (HF)	3	0,10367**	1,78240**	2,40632**	2,44518**	1,64417**	1,51113**	1,36349**
PE x HF	6	0,01167	0,07843	0,10151*	0,11437**	0,09703	0,07472	0,07398
RESIDUO	36	0,00999	0,06087	0,03946	0,03276	0,05256	0,05180	0,04726
CV (%)		109,27	46,09	24,36	20,16	23,27	22,78	38,59

\*\* , \* = significativos a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

**Apêndice 8A)** Resumo da análise da variância e testes de significância para as variáveis conteúdo de amido, açúcares redutores (AR) e sacarose, durante do outono e inverno de 2005, nas cvs. Packham's Triumph e Abate Fetel, cultivadas em dois porta-enxertos de marmeleiros, Adams e EMC, em Vacaria-RS. PPGA/UFPEL – Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2008.

Causas da Variação	G.L	Quadrado Médio		
		Amido	Açúcares Redutores (AR)	Sacarose
Coleta (C)	4	121.1575	2164.076*	1948.745
Tecido (T)	2	13497.5**	7529.904**	444.8685*
Porta-enxerto (PE)	1	1660.449	509.1078 (0,079)	40.47012
Cultivar (CV)	1	291.6443	7197.724**	10.63368
Blocos (B)	2	15.05206	0.6932217	8.768441
C x T	8	93.9305	234.7902	81.49745
PE x T	2	59.63169	27.32492	53.41544
CV x T	2	37.93879	217.3085	185.8636*
C x PE	4	327.4322	92.90986	262.3804
CV x PE	1	584.7851 (0,067)	4.58882	307.9817
C x CV	4	127.1182	165.4566	138.8213
C x PE x T	8	157.7255	60.60391**	32.02274
CV x PE x T	2	171.3034	182.3005**	88.79441
C x CV x T	8	111.1098	55.4554*	26.85306
C x CV x PE	4	93.79013	94.21345**	355.4884*
C x CV x PE x T	8	242.8977**	9.612063	92.00179**
Resíduo	118	27.28621	14.25942	15.49501
Média Geral		47,74	44,27	9,10
CV (%)		10,94	8,53	43,24

\*\* , \* = significativos a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

**Apêndice 9A)** Resumo da análise da variância e testes de significância para as variáveis conteúdo de amido, açúcares redutores (AR) e sacarose, durante do outono e inverno de 2006, nas cvs. Packham's Triumph e Abate Fetel, cultivadas em dois porta-enxertos de marmeleiros, Adams e EMC, em Vacaria-RS. PPGA/UFPel – Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2008.

Causas da Variação	G.L	Quadrado Médio		
		Amido	Açúcares Redutores (AR)	Sacarose
Coleta (C)	3	61.03727	59.80351	108.6589
Tecido (T)	2	10220.15**	10205.56**	5844.277**
Porta-enxerto (PE)	1	0.123084	5.168044	356.8636*
Cultivar (CV)	1	1755.820*	2029.803*	435.2439
Blocos (B)	2	18.13465	45.31115	3.017322
C x T	6	33.81229	55.96806	132.5702
PE x T	2	25.23829	22.23671	130.7196
CV x T	2	102.2757	267.9277	729.7788**
C x PE	3	42.68731	17.80823	14.58086
CV x PE	1	431.4968 (0,069)	26.14618	61.29585
C x CV	3	53.27494	134.6452	297.5995
C x PE x T	6	15.70757	41.64281(0,055)	33.14835
CV x PE x T	2	81.95523 (0,052)	128.6355**	47.63202
C x CV x T	6	68.74539(0,051)	73.09574*	64.99685
C x CV x PE	3	55.97091	22.13881	63.28875
C x CV x PE x T	6	16.19923	10.18747	17.37344
Resíduo	94	18.11332	30.73402	34.11741
Média Geral		44,08	56,22	17,85
CV (%)		9,66	9,86	32,72

\*\* , \* = significativos a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.



**Apêndice 10A)** Plantas de pereira em produção da cv. Packham's Triumph enxertadas em porta-enxerto EMC (esquerda) e Adams. Em Vacaria-RS, em 23/02/2006. PPGA/UFPel – Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2008.



**Apêndice 11A)** Plantas de pereira em produção da cv. Abate Fetel enxertadas em porta-enxerto EMC (esquerda) e Adams. Em Vacaria-RS, em 23/02/2006. PPGA/UFPel – Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2008.