

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS  
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia



Dissertação

Características vegetativas de pereiras enxertadas sobre  
marmeleiro e *Pyrus calleryana*

**Poliana Francescato**

Pelotas, 2009

POLIANA FRANCESCOTTO  
Engenheira Agrônoma

Características vegetativas de pereiras enxertadas sobre marmeleiro e  
*Pyrus calleryana*

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências (área do conhecimento: Fruticultura de Clima Temperado).

Orientador: José Carlos Fachinello  
Co- Orientador: Andrea De Rossi Rufato

Pelotas, 2009

**Banca examinadora**

José Carlos Fachinello - Engenheiro Agrônomo, Dr.

Clevison Luiz Giacobbo - Engenheiro Agrônomo, Dr.

Flávio Gilberto Herter - Engenheiro Agrônomo, Dr.

Valmor João Bianchi - Engenheiro Agrônomo, Dr.

*" I am still determined to be cheerful and happy, in whatever situation I may be; for I have also learned from experience that the greater part of our happiness or misery depends upon our dispositions, and not upon our circumstances"*

*Martha Washington*  
*(1732-1802)*

A Deus

A toda minha família, em especial aos meus pais Leodir e Marines,

**OFEREÇO E DEDICO**

## **Agradecimentos**

À Deus, pela força maior.

A minha FANTÁSTICA família. Aos meus pais (Leodir e Marines), pelo apoio e amor incondicional, paciência e incentivo me oferecido durante esta jornada; minha irmã (Ludmila) pelos dias infundáveis e pela companhia online de amor e carinho; meu irmão (Guilherme) pela alegria, amor e descontração; e minha irmã (Luisa) e minhas sobrinhas (Laís e Louise) pelo afeto e proteção.

Ao orientador Dr. José Carlos Fachinello, pela confiança depositada sobre mim, disponibilidade científica e cultural, incentivo e, principalmente, compreensão e paciência; proporcionando-me capacidade emocional e intelectual.

A minha amiga e “irmã”, e a mais nova professora da UFGD, Dra. Cláudia Roberta Damiani pela amizade, ajuda, hospitalidade, paciência, pela confiabilidade, por sua disponibilidade psicológica e intelectual, pelos inúmeros conselhos, e acima de tudo por seu carinho imensurável.

Aos professores e pesquisadores do Programa de Pós-graduação da FAEM/UFPel, Dra. Márcia Schuch (pela amizade e carisma), Dr. Luis Eduardo Antunes, Dr. Flávio Herter, Dra. Maria do Carmo Bassols, Dr. José Antonio Peters e Dra. Eugenia Braga, pela orientação técnica e científica durante o cumprimento das disciplinas.

A co-orientadora Dra. Andréa de Rossi Rufato pela pronta disponibilidade e conhecimento oferecido, seu marido Dr. Léo Rufato, ambos, pelo apoio inicial quando cheguei a Pelotas.

Aos estagiários e bolsistas, Gustavo Pigosso, Dalcionei Pazzin, Marcos Prezotto, Luciane Hass e Diego Albino, com os quais pude contar durante o andamento do meu experimento.

Ao meu colega Fernando Hawerroth pela ajuda imensurável e paciência com a estatística do trabalho, além da amizade “caviana”.

A minha conselheira, amiga e “cientista”, Nicácia Portella, pelo carinho e pela ajuda honrosa em parte do meu trabalho.

Aos colegas da fruticultura, Fernanda Quintanilha, Evandro Schneider, Ivan Pereira, Andressa Comiotto, Thaís Cappellaro, Daiana Finkenauer, pelo incentivo, apoio moral e científico, carinho e parceria.

Aos meus colegas Liliane Mertz e Fernando Henning, pela amizade, hospitalidade, apoio e ajuda durante meus seis meses como aluna especial no curso.

Aos colegas Geniane Carvalho, Geórgia Figueiredo (e sua mãe), Ederson Chiste, Elis Minotto, Marilice Chapper, Luciane Arantes, Lorena Donini, Vagner Brasil, Fabrício Carlotto, Rériton Joabel, Nara Cristow, Tiago Telesca, Gisely Corrêa, Renatinho, pela convivência, alegria e generosidade.

Aos colegas Luciano Picolotto, Cláudia, Débora, Jader, Henrique, Roberta, Mirian, Tânia, Luzinha, Simone, Zeni, Michel, João Guilherme (estatística), Mateus e Juliano, Felipe, pelo companheirismo durante o mestrado.

Ao colega Dr. Clevison Giacobbo pela disposição no fornecimento de informações sobre o experimento.

A todos meus colegas e amigos de descontração, diversão, festas, churrascos, jogo, o meu muito obrigado por esses momentos que realmente fizeram a diferença.

À Universidade Federal de Pelotas, pela oportunidade de realizar o curso de pós-graduação em Agronomia e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

Aos funcionários do Centro Agropecuário da Palma, os senhores Pedro, Alceu, Barcelos e Nei, pelo auxílio nos experimentos, pelos carreteiros e pela simpatia.

A todos, aqui citados ou não, que contribuíram de alguma forma, direta ou indiretamente, para realização deste trabalho.

## Resumo

FRANCESCATTO, Poliana. Características vegetativas de pereiras enxertadas sobre marmeleiro e *Pyrus calleryana*. 2009. 119f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

O marmeleiro é usado como uma alternativa de porta-enxerto para pereiras por possuir efeito ananizante, permitindo melhor controle do vigor da planta, e por induzir precocidade na frutificação e produtividade. No entanto, considerando o assunto porta-enxerto *versus* cultivar, algumas combinações apresentam sérios problemas de incompatibilidade de enxertia. As principais características mostradas pelas combinações incompatíveis são necrose celular e descontinuidade vascular na interface do enxerto, a qual leva a uma ruptura da união ou um lento declínio da planta. Neste contexto o projeto teve por objetivo avaliar a influência de diferentes porta-enxertos de marmeleiros e *Pyrus calleryana* sobre o crescimento vegetativo de plantas de pereira através do comportamento da respectiva combinação copa x porta-enxerto. O trabalho foi desenvolvido no Centro Agropecuário da Palma, Capão do Leão, RS, no período de março de 2007 a março de 2009. As cultivares testadas foram Carrick, Packham's Triumph e Williams, e os porta-enxertos: *P. calleryana* e os marmeleiros Adams, Alaranjado, Alongado, BA29, Berreckzi, Champion, D'Angers, D'Vranja, De Patras, Du Lot, Inta267, MC, Meliforme, Pineapple, Portugal e Smyrna. As variáveis avaliadas foram altura de planta; incremento de altura de planta; volume de copa; diâmetro de tronco do porta-enxerto, da cv. copa e do ponto de enxertia; incremento do diâmetro do tronco; massa verde de poda e área foliar específica. O porta-enxerto de pereira *P. calleryana* mostrou-se superior em vigor se comparado com todos os marmeleiros estudados para todas as cultivares. A incompatibilidade entre plantas não é definida, isoladamente, apenas pelo engrossamento na união de enxertia. A observação e comparação conjunta das características da planta, devido a combinação copa/porta-enxerto é de fundamental importância para diagnosticar incompatibilidade. Altura de planta, volume de copa e massa verde de poda foram as variáveis representativas de vigor de pereiras. A cultivar Carrick apresentou vigor reduzido (64% em relação a *P. calleryana*) e compatibilidade com os porta-enxertos de marmeleiros (em ordem decrescente de vigor): 'Inta267', 'D'Vranja', 'BA29', 'Champion', 'Portugal', 'Pineapple', 'Adams', 'MC', 'Berreckzi' e 'Meliforme'. Os porta-enxertos 'Alaranjado' e 'Du Lot' foram incompatíveis com esta cultivar. A cultivar Packham's apresentou vigor reduzido (46,5% em relação a *P. calleryana*) e compatibilidade com os porta-enxertos de marmeleiros (em ordem decrescente de vigor): 'Smyrna', 'D'Angers' e 'Alongado'. O porta-enxerto 'Adams' foi incompatível com esta cultivar. A cultivar Williams

apresentou vigor reduzido (60,4% em relação a *P. calleryana*) e compatibilidade apenas com os porta-enxertos de marmeleiros (em ordem decrescente de vigor): 'Champion', 'Meliforme' e 'Du Lot'. Os porta-enxertos 'BA29', 'Smyrna', 'Berreckzi', 'D'Vranja', 'De Patras' e 'MC' foram incompatíveis com esta cultivar.

Palavras-chave: *Pyrus*. *Cydonia*. Incompatibilidade de enxertia. Crescimento vegetativo.

## Abstract

FRANCESCATTO, Poliana. Vegetative characteristics of pear trees grafted on quince and *Pyrus calleryana*. 2009. 119f. Dissertation (Masters) – Pos-Graduation Program in Agronomy. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

Quince has been used as an alternative of rootstock for pear trees because of its dwarfing effect which allows better tree vigor control, fruiting precocity and yield influence. However, highlighting the issue of rootstock versus cultivar, some combinations show severe problems regarding graft incompatibility. The main characteristics seen by incompatible combinations are cell necrosis and vascular discontinuity at the graft interface, leading to a rupture of the union or a slow tree decline. Therefore, the study aimed to evaluate the influence of different quince and *Pyrus calleryana* on vegetative growth of pear trees through combination performance, scion x rootstock. The work was carried out at the Centro Agropecuário da Palma in Capão do Leão, RS, from March 2007 to March 2009. The assessed cultivars were Carrick, Packham's Triumph and Williams, and the rootstocks were: *P. calleryana* and the quinces Adams, Alaranjado, Alongado, BA29, Berreckzi, Champion, D'Angers, D'Vranja, De Patras, Du Lot, Inta267, MC, Meliforme, Pineapple, Portugal and Smyrna. Tree height, increment of tree height; canopy volume; rootstock, union and scion diameters; diameters increment of rootstock, union and scion; fresh pruning weight and specific leaf area. The rootstock *P. calleryana* showed superior vigor for the three cultivars whether compared with all evaluated quince rootstocks. Incompatibility between plants is not individually defined only by the overgrowth at the graft union. Both observation and comparison of the all tree characteristics due scion/rootstock combination is of fundamental importance to diagnose incompatibility. Tree height, canopy volume and fresh pruning weight are the representative variables of pear tree vigor. The cultivar Carrick showed reduced vigor (64% in relation to *P. calleryana*) and compatibility with the quince rootstocks (in descending order of vigor): 'Inta267', 'D'Vranja', 'BA29', 'Champion', 'Portugal', 'Pineapple', 'Adams', 'MC', 'Berreckzi' and 'Meliforme'. 'Alaranjado' and 'Du Lot' were incompatible with this cultivar. The cultivar Packham's showed reduced vigor (46.5% in relation to *P. calleryana*) and compatibility with the quince rootstocks (in descending order of vigor): 'Smyrna', 'D'Angers' and 'Alongado'. 'Adams' was incompatible with this cultivar. The cultivar Williams showed reduced vigor (60.4% in relation to *P. calleryana*) and compatibility only with the quince rootstocks (in descending order of vigor): 'Champion', 'Meliforme' and 'Du Lot'. 'BA29', 'Smyrna', 'Berreckzi', 'D'Vranja', 'De Patras' and 'MC' were incompatible with this cultivar.

Keywords: *Pyrus. Cydonia*. Graft incompatibility. Vegetative growth.

## Lista de Figuras

- Figura 1 – Distribuição mundial dos maiores produtores de pêra no ano de 2007 (FAO, 2009).....21
- Figura 2 – Vigor comparativo de pereiras ‘Bartlett’ sobre diferentes porta-enxertos. 28
- Figura 3 – Sequência do processo de soldadura decorrente da enxertia entre plantas compatíveis. ....35
- Figura 4 – Localização da área experimental da Palma - Capão do Leão/RS. ....50
- Figura 5 – Vigor comparativo (%) entre pereiras da cultivar Carrick sobre o porta-enxerto *P. calleryana* (vigor 100%) e sobre diferentes porta-enxertos de marmeleiros, considerando altura de planta. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009. ....57
- Figura 6 – Altura média de planta de pereiras da cv. Carrick sobre diferentes porta-enxertos, nos anos de 2008 e 2009. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009. .57
- Figura 7 – Volume médio de copa de pereiras da cv. Carrick sobre diferentes porta-enxertos, nos anos de 2007/08 e 2008/09. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009. ....58
- Figura 8 – Vigor comparativo (%) entre pereiras da cultivar Packham’s sobre o porta-enxerto *P. calleryana* (vigor 100%) e sobre diferentes porta-enxertos de marmeleiros, considerando altura de planta. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009. ....59

Figura 9 – Altura média de plantas de pereiras da cv. Packham’s sobre diferentes porta-enxertos, nos anos de 2007/08 e 2008/09. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009. ....	59
Figura 10 – Volume médio de copa de pereiras da cv. Packham’s sobre diferentes porta-enxertos, nos anos de 2007/08 e 2008/09. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009. ....	60
Figura 11 – Vigor comparativo (%) entre pereiras da cultivar Williams sobre o porta-enxerto <i>P. calleryana</i> (vigor 100%) e sobre diferentes porta-enxertos de marmeleiros, considerando altura de planta. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009. ....	61
Figura 12 – Altura média de plantas de pereiras da cv. Williams sobre diferentes porta-enxertos, nos anos de 2007/08 e 2008/09. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009. ....	61
Figura 13 – Volume médio de copa de pereiras da cv. Williams sobre diferentes porta-enxertos, nos anos de 2007/08 e 2008/09. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009. ....	62
Figura 14 – Ordem decrescente do diâmetro de tronco (considerando medidas acima do ponto de enxertia) de pereiras da cv. Carrick sobre diferentes porta-enxertos, durante os ciclos de 2007/08 e 2008/09. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009. ....	76
Figura 15 – Ordem decrescente do diâmetro de tronco (considerando medidas acima do ponto de enxertia) de pereiras da cv. Packham’s sobre diferentes porta-enxertos, durante os ciclos de 2007/08 e 2008/09. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009. ....	78
Figura 16 – Ordem decrescente do diâmetro de tronco (considerando medidas acima do ponto de enxertia) de pereiras da cv. Williams sobre diferentes porta-	

enxertos, durante os ciclos de 2007/08 e 2008/09. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009. ....81

Figura 17 – Vigor comparativo entre pereiras ‘Carrick’ sobre os diferentes porta-enxertos utilizados (ordem decrescente). UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009. ....84

Figura 18 – Vigor comparativo entre pereiras ‘Packham’s’ sobre os diferentes porta-enxertos utilizados (ordem decrescente). UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009. ....84

Figura 19 – Vigor comparativo entre pereiras ‘Williams’ sobre os diferentes porta-enxertos utilizados (ordem decrescente). UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009. ....85

## Lista de Tabelas

- Tabela 1 – Área colhida (ha), Produtividade ( $t \cdot ha^{-1}$ ), Produção Total e Importações (t) de pêra no Brasil durante os anos de 2001 a 2007.....22
- Tabela 2 – Produção de pêra (t) e principais estados produtores no Brasil durante os anos de 2001 a 2007.....23
- Tabela 3: Combinações (cultivares e porta-enxertos) utilizadas no experimento. . UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009. ....51
- Tabela 4 – Incremento médio de altura de planta dos ciclos vegetativos de 2007/08 e 2008/09 (Ago/Fev) e incremento médio anual do diâmetro do tronco (abaixo, ponto e acima) de pereiras da cv. Carrick sobre diferentes porta-enxertos. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009.....63
- Tabela 5 – Teste de médias (Tukey,  $p \leq 0,05$ ) para o efeito do ano incremento de altura de planta de pereiras da cv. Carrick. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009. ....64
- Tabela 6 – Incremento médio de altura de planta dos ciclos vegetativos de 2007/08 e 2008/09 (Ago/Fev) e incremento médio anual do diâmetro do tronco (abaixo, ponto e acima) de pereiras da cv. Packham's sobre diferentes porta-enxertos. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009. ....64

Tabela 7 – Teste de médias (Tukey, $p \leq 0,05$ ) para o efeito do ano incremento de altura de planta de pereiras da cv. Packham's. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009. ....	65
Tabela 8 – Incremento médio anual de diâmetro do tronco abaixo, no ponto e acima do ponto de enxertia. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009. ....	65
Tabela 9 – Incremento médio de altura de planta dos ciclos vegetativos de 2007/08 e 2008/09 (Ago/Fev) e incremento médio anual do diâmetro do tronco (abaixo, ponto e acima) de pereiras da cv. Williams sobre diferentes porta-enxertos. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009. ....	66
Tabela 10 – Teste de médias (Tukey, $p \leq 0,05$ ) para o efeito do ano incremento de altura de planta de pereiras da cv. Williams. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009. ....	66
Tabela 11 – Massa verde média da poda de pereiras da cv. Carrick sobre diferentes porta-enxertos, dos ciclos de 2007/08 e 2008/09. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009. ....	67
Tabela 12 – Massa verde média da poda de pereiras da cv. Packham's sobre diferentes porta-enxertos, durante os ciclos de 2007/08 e 2008/09. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009. ....	68
Tabela 13 – Massa verde média da poda de pereiras da cv. Williams sobre diferentes porta-enxertos, durante os ciclos de 2007/08 e 2008/09. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009. ....	69
Tabela 14 – Área foliar específica média de pereiras da cv. Carrick sobre diferentes porta-enxertos, durante os ciclos de 2007/08 e 2008/09. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009. ....	70

Tabela 15 – Área foliar específica média de pereiras da cv. Packham's sobre diferentes porta-enxertos, em função do ano. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009. ....	70
Tabela 16 – Área foliar específica média de pereiras da cv. Williams sobre diferentes porta-enxertos, durante os ciclos de 2007/08 e 2008/09. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009. ....	71
Tabela 17 – Incompatibilidade de enxertia medida através do diâmetro do tronco abaixo do ponto de enxertia, no ponto e acima do ponto de enxertia de pereiras da cv. Carrick sobre diferentes porta-enxertos durante os ciclos de 2007/08 e 2008/09. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009.....	75
Tabela 18 – Incompatibilidade de enxertia medida através do diâmetro do tronco abaixo do ponto de enxertia, no ponto e acima do ponto de enxertia de pereiras da cv. Packham's sobre diferentes porta-enxertos durante os ciclos de 2007/08 e 2008/09. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009.....	77
Tabela 19 – Incompatibilidade de enxertia medida através do diâmetro do tronco abaixo do ponto de enxertia, no ponto e acima do ponto de enxertia de pereiras da cv. Williams sobre diferentes porta-enxertos durante os ciclos de 2007/08 e 2008/09. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009.....	80
Tabela 20 – Coeficientes de correlação de Pearson entre variáveis em plantas de pereiras sobre diferentes porta-enxertos, durante os ciclos de 2007/08 e 2008/09. ....	83

## Sumário

1 INTRODUÇÃO .....	17
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	20
2.1 A Cultura da pereira .....	20
2.1.1 Panorama do mercado.....	20
2.1.2 Distribuição Mundial de Cultivares .....	23
2.1.3 Origem e botânica.....	24
2.1.3.1 Cultivares.....	25
2.1.3.2 Porta-enxertos .....	27
2.2 A Incompatibilidade de enxertia .....	34
2.2.1 Técnica de enxertia.....	34
2.2.2 Mecanismo da incompatibilidade de enxertia .....	36
2.2.2.1 Sintomas da incompatibilidade .....	36
2.2.2.2 Tipos de incompatibilidade .....	38
2.2.2.3 Causas da Incompatibilidade.....	41
2.2.3 Métodos de prever a incompatibilidade .....	45
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	49
3.1 Localização .....	49
3.2 Material .....	50
3.3 Manejo da cultura.....	51
3.4 Delineamento experimental .....	52
3.5 Avaliações.....	53
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	55
4.1 Altura de Planta e Volume de copa.....	56
4.1.1 Carrick.....	56

4.1.2 Packham's .....	58
4.1.3 Williams.....	60
4.2 Incremento de altura de planta e de tronco .....	62
4.2.1 Carrick.....	62
4.2.2 Packham's .....	64
4.2.3 Williams.....	65
4.3 Massa verde da poda .....	67
4.3.1 Carrick.....	67
4.3.2 Packham's .....	68
4.3.3 Williams.....	68
4.4 Área foliar específica.....	69
4.4.1 Carrick.....	69
4.4.2 Packham's .....	70
4.4.3 Williams.....	71
4.5 Diâmetro de Tronco versus incompatibilidade .....	71
4.5.1 Carrick.....	72
4.5.2 Packham's .....	76
4.5.3 Williams.....	78
4.6 Correlação de Pearson das características de crescimento .....	81
5 CONCLUSÕES .....	86
6 CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	88
7 REFERÊNCIAS.....	92
APÊNDICES.....	106
ANEXOS .....	117

## 1 INTRODUÇÃO

O aumento no consumo de frutas frescas, assim como nos níveis de processamento e nas exportações, tem impulsionado a produção brasileira. Em 2006, segundo os últimos dados oficiais divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), foram colhidas 41,9 milhões de toneladas, em um rol de 20 espécies frutíferas, com área de 2,2 milhões de hectares. Em relação a 2005, o volume cresceu 4,6% (IBGE, 2009).

No entanto, de acordo com o presidente do Instituto Brasileiro de Frutas (IBRAF), Moacyr Saraiva Fernandes, o incremento da produção mantém na média de 4,5% ao ano. Sendo assim, IBRAF estima que em 2007 tenham sido colhidas 43,7 milhões de toneladas de frutas (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2008).

A pêra é considerada uma fruta típica de clima temperado, necessitando para o seu pleno desenvolvimento inverno frio para hibernação e dias quentes e claros para frutificação. Os principais centros de origem da pereira são a Ásia (grupo das pêras asiáticas) e Europa (grupo das européias) (MITCHAM e ELKINS, 2007).

Atualmente, a pereira é cultivada em muitos países, o que torna a pêra uma fruta de grande aceitação e importância nos mercados internacionais. A produção mundial de pêra, no período 2001 a 2007, foi de aproximadamente 18,4 milhões de toneladas. Em 2007, os principais países produtores foram China, que produziu aproximadamente 62,8% do total mundial, Itália (4,2%), Estados Unidos (4,0%), Espanha (2,7%) e Argentina (2,6%) (FAO, 2009).

Entre as fruteiras de clima temperado no Brasil, a pereira é a cultura que possui a menor expressão em termos de produção e área cultivada, mesmo apesar do grande potencial que a cultura apresenta, tanto com relação ao grande mercado

interno disponível ao consumo, bem como, pelo aproveitamento das estruturas de produção montada e experiência produtiva e comercial por parte das grandes empresas que trabalham com maçã. Sua produtividade média dos últimos cinco anos é bastante inferior, em torno de  $10,8\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$  se comparado com Argentina e Chile ( $31,30$  e  $26\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , respectivamente) (FAO, 2009).

Entre os fatores considerados limitantes à expansão da cultura no Brasil estão: a falta de conhecimento sobre práticas de manejo e deficiência de tecnologia (BECKER, 2004; TREVISAN et al., 2005); a dificuldade de obtenção de mudas de alta qualidade; a falta de conhecimento sobre a melhor combinação entre cultivares copa e porta-enxertos (SIMONETTO e GRELLMANN, 1999; LEITE et al., 2008), falta de adaptação das cultivares mundialmente comerciais; consideração por parte de alguns produtores do Sul do Brasil que, a pêra e a maçã são frutas concorrentes entre si, pelo mesmo mercado (FAORO, 2001); problemas encontrados com o chamado abortamento floral (CAMELATTO et al., 2000; FAORO, 2001) que, em determinados anos, dependendo da cultivar, atinge de 30% a 100% das gemas florais (NAKASU e LEITE, 1992).

Enfatizando o histórico de uso de porta-enxertos para pereiras, os primeiros pomares de pereiras no Brasil foram plantados sobre porta-enxertos *Pyrus* spp. Os porta-enxertos da espécie *Pyrus* sp. apresentam boa compatibilidade com as principais cultivares copa; grande rusticidade, o que constitui uma qualidade desejável frente a ambientes adversos, tais como áreas úmidas e mal drenadas, temperaturas elevadas, pragas e doenças do solo (MAEDA et al., 1997) e; proporcionam maior produtividade às pereiras enxertadas (BARBOSA et al., 1994). No entanto, estes porta-enxertos induzem grande vigor à planta, dificultando a realização de tratamentos culturais importantes, como poda, raleio de frutos, tratamentos fitossanitários e colheita, e, proporcionam pomares desuniformes, tardios para entrar em produção e, em alguns casos, alternância de produção.

A maioria dos porta-enxertos controladores de vigor para as pêras européias são de diferentes gêneros, como exemplo, o marmeleiro (*Cydonia oblonga* L). O marmeleiro é um porta-enxerto considerado ananizante para pereira, induz precocidade na frutificação e produtividade. Atualmente, já existem vários clones de marmeleiros disponíveis, desde mais vigorosos até anões. Dentre esses, pode-se citar alguns que tem se mostrado mais adaptáveis e com resultados positivos:

Marmelo BA 29, Marmelo Sydo, Marmelo Adams e Marmelo C, em ordem decrescente de vigor (PERAZZOLO, 2006).

Considerando porta-enxerto *versus* cultivar, não se pode desconsiderar que algumas variedades possuem uma grande incompatibilidade com determinados porta-enxertos, principalmente pereiras e marmeleiros. A afinidade anatômica é necessária para o perfeito desenvolvimento da planta.

A base da enxertia consiste na íntima associação dos tecidos cambiais, de modo a formarem uma conexão contínua. O tecido meristemático entre o xilema (lenho) e o floema (casca) está, segundo a espécie, em contínua atividade, dividindo-se e formando novas células. Com a enxertia não há intertroca, cada tecido continua a fabricar as suas células. Quando ocorre a formação de células de tamanho, forma e consistência distinta, ocorre incompatibilidade (SIMÃO, 1998).

As principais características apresentadas pelas combinações (copa/porta-enxerto) incompatíveis são necrose celular e descontinuidade vascular na interface do enxerto, a qual causa uma ruptura da união ou um lento declínio da planta (MOSSE e SCARAMUZZI, 1956; GUR et al., 1978).

A hipótese principal a ser testada é que diferentes porta-enxertos de marmeleiros interferem no crescimento vegetativo, de três cultivares de pereiras Carrick, Packham's Triumph e Williams, apresentando diferentes graus de compatibilidade.

Neste contexto o projeto teve por objetivo avaliar a influência de diferentes porta-enxertos de marmeleiros e *P. calleryana* sobre o crescimento vegetativo de plantas de pereira através do comportamento da respectiva combinação copa x porta-enxerto em relação a sua compatibilidade.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 A Cultura da pereira**

#### **2.1.1 Panorama do mercado**

A produção mundial de frutas em 2005, segundo os dados mais recentes disponíveis junto à Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), registrou crescimento de 4,86% em relação a 2004, passando de 675,10 para 690,76 milhões de toneladas ano. O ranking dos principais países produtores não alterou, aparecendo em primeiro lugar a China (167 milhões de toneladas); seguida da Índia (57,9 milhões de t); e em terceiro o Brasil, com 41,2 milhões. O Brasil representa cerca de 6% da produção mundial, com sua produção mais voltada ao mercado interno (FAO, 2009).

Nos anos de 2006/07, a produção mundial de pêra alcançou seu patamar aos 20 milhões de toneladas. Grande parte dessa produção é representada pela China, Itália, Estados Unidos, Espanha e Argentina (Fig. 1) (FAO, 2009). Desse total, 80% da produção mundial são destinados ao consumo in natura (DECKERS e SCHOOFS, 2002). A exportação mundial teve aumento de 6% neste período em relação ao ano anterior; estimada em 1,6 milhões de toneladas (HORTICULTURAL & TROPICAL PRODUCTS DIVISION, 2006).

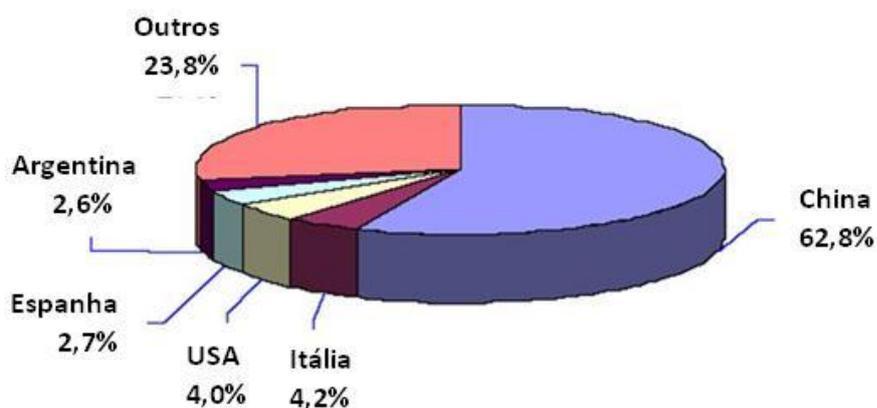


Figura 1 – Distribuição mundial dos maiores produtores de pêra no ano de 2007 (FAO, 2009).

A produção de pêra no Brasil, entre 2001 a 2007, foi de aproximadamente 19.583 toneladas anuais (Tab. 01), destacando-se o Rio Grande do Sul como o principal produtor, com 45,7% do total (Tab. 2) (FIORAVANÇO, 2007). Segundo IBGE (2008), a área colhida de pêras representa apenas 0,03% do total de frutas colhidas, representação apenas simbólica, se comparado com outras frutas como laranja (12,99%), uva (1,24%), maçã (0,6%), etc. Quando se relaciona área colhida, produtividade e produção total de pêras pode-se observar que não há muita variação nos valores de cada variável, de 2001 a 2007; exceto um ligeiro declínio na produção total, seguida da área colhida (Tab. 1).

Na Tab. 2 observa-se que na análise individualizada por estado não há uma tendência de crescimento constante da produção. De fato, a baixa produção, alto consumo, e os volumes importados demonstram que a cultura enfrenta problemas. Mesmo em estados como Rio Grande do Sul e Santa Catarina, os quais apresentam as melhores condições climáticas para o cultivo da pereira, tanto europeia como asiática, dispõe de estrutura de armazenamento, transporte e distribuição e experiência produtiva e comercial devido as grandes empresas produtoras de maçã, não se tem constatado grande desenvolvimento da cultura da pereira.

Dentre as pêras comercializadas no Brasil, a maior oferta é das denominadas 'Pêras D'Água', concentrando 69% da oferta, seguida por 'Kousui' (7,5%); 'Smith' (7,4%); 'Okusankichi' (5,9%); 'Dutra' (4,6%); 'Ya-li' (2,8%) e 'Seleta' (2,7%) (NAKASU et al., 2003).

Segundo dados do Anuário Brasileiro de Fruticultura (2007), em 2006 foram exportadas 20,58t de pêras para Europa e Estados Unidos, resultando em

faturamento de US\$ 42,825 mil; que se comparado a 2005, obteve volume elevado em 5.045% e seu valor em 5.498%.

A pêra é a fruta fresca importada em maior quantidade pelo Brasil (FIORAVANÇO, 2007), e dentre as frutas de clima temperado é a terceira fruta mais consumida (0,2kg/hab/ano), sendo apenas superada pela maçã e a uva (POF – IBGE, 2009). De 2002 a 2007 foram importadas, em média, 99.318 toneladas anuais (Tab. 1) e gastos US\$ 66.620,5 mil. Esses valores significaram, respectivamente, 39,38% da quantidade total de frutas importadas e 44,23% do valor pago (IBRAF, 2009). Segundo a FAO (2009), em 2006 o Brasil ocupou o quinto lugar entre os países importadores de pêras. As cultivares importadas são principalmente as européias, como Williams, D’Anjou e Packam’s Triumph (NAKASU et al., 2003).

A Argentina é o maior exportador dessa fruta (395.687 toneladas/ano) (FAO, 2009), sendo 82% do total da pêra importada no Brasil proveniente da Argentina. Segundo dados do IBRAF (2009), os Estados Unidos são o segundo principal fornecedor, respondendo por 6,5% do total importado. O Jornal Argentino, Rio Negro (2004), destaca a importância de exportar ao Brasil, por possibilitar a venda de produtos com pouca restrição qualitativa, e não somente os de alta qualidade como exigido pelos mercados americanos e europeus, e com melhor preço, isto devido ao país não produzir frutas de bom padrão qualitativo, além das barreiras sanitárias impostas pelos países desenvolvidos.

Tabela 1 – Área colhida (ha), Produtividade (t.ha<sup>-1</sup>), Produção Total e Importações (t) de pêra no Brasil durante os anos de 2001 a 2007.

Ano	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
<b>Área colhida (ha)</b>	1.948	1.873	1.784	1.779	1.759	1.723	1.800
<b>Produtividade (t.ha<sup>-1</sup>)</b>	11,04	10,52	11,09	11,18	11,23	10,54	10,11
<b>Produção Total (t)</b>	21.502	19.696	19.790	19.984	19.746	18.161	18.200
<b>Importações (t)</b>	-	92.473	62.874	75.944	102.558	124.704	137.355

Fonte: FAO (2009) e IBRAF (2009)

Tabela 2 – Produção de pêra (t) e principais estados produtores no Brasil durante os anos de 2001 a 2007.

Ano	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
<b>Rio Grande do Sul</b>	10.232	9.120	8.569	9.304	8.950	8.524	8.498
<b>São Paulo</b>	4.676	4.212	5.456	4.470	4.252	3.968	2.700
<b>Paraná</b>	1.804	1.888	2.021	2.592	2.687	2.198	2.781
<b>Santa Catarina</b>	2.120	2.086	1.757	1.803	2.386	2.553	2.217
<b>Minas Gerais</b>	2.440	2.140	1.737	1.725	1.471	918	878
<b>Total</b>	21.272	19.446	19.540	19.894	19.746	18.161	17.074

Fonte: IBGE (2009)

### 2.1.2 Distribuição Mundial de Cultivares

As cultivares de pereiras mais plantadas e/ou produtivas, ou de maior relevância comercial, variam conforme o país.

Itália e Espanha são os países de maior expressividade na produção europeia de pêra (35 e 20%, respectivamente). As cultivares de maior destaque produtivo na Europa são Conference (30%), Williams (14%), Abate Fetel (13%), Blanquilla/Spadona (5,4%) (SANSAVINI e ANCARINI, 2008). Dentre essas, Abate Fetel é a mais produzida na Itália (24%) e Blanquilla na Espanha (30%) (DECKERS e SCHOOFS, 2002). Mais de 80% das pereiras na Itália são cultivadas sobre porta-enxertos de marmeleiros (Sydo, BA29, MC e Adams) (MUSACCHI, 2008).

Nos Estados Unidos, há predominância da cv. Williams (51%), Beurre D'Anjou (36%) e Beurré Bosc (11%); e apenas 2% da área total plantada com pereiras são plantadas com pereiras asiáticas (MITCHAM e ELKINS, 2007). As principais cultivares de pereiras na África do Sul correspondem a 'Williams Bon Chretien' (incluindo 'Early Bon Chretien'), 'Packham's Triumph', 'Forelle', 'Rosemarie', 'Beurré Bosc', 'Abate Fétel' e 'Doyenné du Comice' (THERON et al., 2008).

Maior parte da produção da Ásia é representada por variedades do grupo das asiáticas, sendo a China responsável com 93% da produção total (cultivares representativas Dong shan su li, Ya Li, Cang-xi-li) (GEMMA, 2008; USDA, 2005).

Apesar de Austrália e Nova Zelândia serem relativamente próximos geograficamente, se diferem muito entre si em relação a cultivares e porta-enxertos. A produção de pêras na Austrália é representada basicamente por 'Williams Bon

Chrétien' e 'Packham's Triumph' sobre o porta-enxerto *P. calleryana* D6, com maior ênfase em frutas para processamento. Nova Zelândia baseia-se em pomares novos das cvs. Comice, Taylor's Gold e Bosc, sobre porta-enxertos marmeleiros, focando primeiramente frutas frescas destinadas à exportação (PALMER e GRILLS, 2008).

Na América do Sul, Argentina e Chile destacam-se entre os países mais produtores. Na Argentina predominam-se as cultivares 'Williams', 'Packham's', 'Beurre D'Anjou' e 'Abate Fetel', a qual é menos expressivo em área. E, no Chile, as cultivares 'Packham's' e 'Beurré Bosc' (SÁNCHEZ, 2008).

De acordo com Faoro (2004), as cultivares de melhor qualidade plantadas no Brasil, embora com escala reduzida, são: a) tipo européia: Williams, Max Red Bartlett, Packham's e Abate Fetel, plantadas em pequenas áreas nas regiões de clima mais frio do sul do Brasil; b) tipo japonesa: Housui, Nijisseiki e Kousui (RS e SC), e Atago e Okusankichi (SP); c) tipo chinesa: Yali (PR). Existem ainda as pêras de baixa a média qualidade e pouco exigentes em frio como a 'Kieffer', 'Abacaxi', clones de "Pêra d'Água" e tipo "Pêra Pedra".

### 2.1.3 Origem e botânica

A pereira pertence à família *Rosaceae*, subfamília *Pomoideae* e gênero *Pyrus*. É uma planta perene, oriunda de países de clima temperado, onde o frio hibernal é acentuado. Compreende mais de 20 espécies, todas nativas do Velho Mundo do Hemisfério Norte, sendo as mais importantes pertencentes às seguintes espécies: *Pyrus communis* (Europeias – nativo do sul da Europa e Ásia), *P. pyrifolia* ou *P. serotina* (Asiáticas – nativo da Mongólia), *P. bretschneideri* (Chinesa) e híbridos entre *P. communis* e *P. pyrifolia*. Outra espécie menos conhecida comercialmente, porém muito utilizada em programas de melhoramento devido sua rusticidade é a *P. ussuriensis* (Siberiana), motivo o qual é muito cruzada com *P. communis* (NAKASU e FAORO, 2003; MITCHAM e ELKINS, 2007). Outras espécies ainda são utilizadas como porta-enxertos (*P. calleryana* Dcne, *P. betulaefolia* Bge), para a indústria (*P. nivalis* Jacp.) e com finalidades ornamentais (*P. calleryana* Dcne) (MITCHAM e ELKINS, 2007). Comercialmente, as pereiras são divididas em dois grupos: europeias e asiáticas.

Ancestrais da espécie *P. communis* já eram cultivadas por gregos e romanos, em 300 a.C., com fins medicinais e alimentares. O desenvolvimento de modernas

variedades teve início em 1700 na Bélgica, onde havia adequadas condições de crescimento para as pereiras: baixa temperatura, umidade, solos pesados, etc. O padre belga Nicholas Hardenpont foi o primeiro melhorista noticiado; cultivando *seedlings* de pereira, produziu a primeira variedade de polpa macia e cremosa batizada como “fruta manteigosa”. Outros melhoristas amadores foram seus seguidores, tal como o farmacêutico e físico Jean Baptiste Von Mons, o qual em seu “Viveiro da Fidelidade” caracterizou mais de 80 mil *seedlings* (MITCHAM e ELKINS, 2007). Segundo registros, durante o século XVI a XVIII a França era o maior produtor de pêra, possuindo no ano de 1800 cerca de 900 cultivares. Também no século XVIII na Bélgica, foram desenvolvidas as cultivares Beurré Bosc, Beurré D’Anjou, Flemish Beauty e Winter Nelis. Na Inglaterra, por volta de 1796, surge a cultivar Bartlett (Williams Bon Chretien) e no século XIX é selecionado a cultivar Conference (LAYNE et al., 1975 apud FAORO, 1991). Buscando-se plantas tolerantes a seca, adaptadas a solos arenosos e que fossem resistentes ao fogo bacteriano *fire-blight* (*Erwinia amylovora*), os Estados Unidos, a partir de 1846, lançam novas cultivares resultantes dos cruzamentos entre pereiras europeias e asiáticas, dentre elas ‘Kieffer’ e ‘LeConte’ (INGELS, et al., 2007). Próximo a 1890, houve o surgimento da cultivar Packham’s Triumph pelos melhoristas da Austrália.

As pêras europeias são consideradas uma das frutas mais deliciosas, pois combina uma textura cremosa, de polpa macia, amanteigada e sucosa, de formato piriforme. São mais comercializadas na Europa, Estados Unidos, Argentina, África, Austrália e Brasil, representando 80% da produção mundial. São plantas com maior necessidade em frio (mais de  $700h \leq 7,2^{\circ}C$ ). As pêras do grupo das asiáticas apresentam formato redondo oblata, com polpa de textura crocante, muito semelhante à maçã, e são mais cultivadas na China e Japão. Geralmente com média necessidade de frio ( $300$  a  $800h \leq 7,2^{\circ}C$ ) (NAKASU et al., 2003).

### 2.1.3.1 Cultivares

#### a) Carrick

Oriunda do cruzamento entre as cultivares Seckel x Garber, obtida nos EUA. A floração ocorre de 10 a 30 de setembro, a maturação dos frutos ocorre na segunda quinzena de janeiro. A planta é medianamente vigorosa, com frutos de tamanho médio a grande (130-180g) de formato piriforme, epiderme marrom, mais

avermelhada na parte exposta ao sol, suscetível ao *russeting*. Polpa branco-amarelada, suculenta, doce e pouca acidez, leve aroma e adstringente. Bastante suscetível a entomosporiose (JACKSON, 2003; NAKASU e FAORO, 2003; FAORO, 2004; MITCHAM e ELKINS, 2007; PERAZZOLO, 2008).

#### **b) Packham's Triumph**

Origem Australiana, obtida do cruzamento entre 'Uvedale St. Germain' (Bell) x 'Williams'. É a principal cultivar plantada no Hemisfério Sul, e uma das cultivares mais antigas plantadas no Brasil. O fruto é geralmente grande e formato similar a Williams, epiderme amarelo-esverdeada, suscetibilidade intermediária a *russeting*. Planta possui característica vigorosa e semi-expansiva, sendo uma das cultivares européias com menor necessidade de frio. Esta cultivar quando combinada com porta-enxertos vigorosos, apresenta inconstância na produção, o qual não é observado sobre marmeleiros. No decorrer dos últimos anos, tem sido a cultivar de maior produtividade. Possui grande facilidade de formação de gemas reprodutivas nas extremidades dos ramos do ano. Floresce na mesma época da 'Williams', porém suas frutas amadurecem 15-30 dias depois. Suas flores são menos atrativas para as abelhas do que outras cultivares, por isso em algumas áreas a frutificação pode ser relativamente baixa. As maiores limitações estão relacionadas ao problema de *russeting* na epiderme do fruto e a morte de gemas, com perdas significativas de produção (JACKSON, 2003; NAKASU e FAORO, 2003; FAORO, 2004; MITCHAM e ELKINS, 2007; PERAZZOLO, 2008).

#### **c) Williams Bon Chretien (Bartlett ou Williams)**

É a cultivar mais consumida no Brasil. Seu fruto é médio a grande com típico formato. A polpa apresenta textura suave e é bastante suculenta, e por isso é bastante utilizada para industrialização, principalmente nos Estados Unidos. A planta é de tamanho médio, compacta, crescimento ereto, precoce quanto à sua entrada em produção e produção constante. Seu florescimento ocorre em meados de outubro, e amadurece na primeira quinzena de fevereiro. Diferentes clones, especialmente frutos de epiderme vermelha, têm sido selecionados com boa aceitação comercial. Dentre as limitações da cultivar, podemos citar: incompatibilidade de enxertia com marmeleiros, sendo obrigatoriamente combinada com um marmeleiro vigoroso ou utilizado um interenxerto compatível ('Comice', 'Old

Home' e 'Hardy'); abortamento de gemas variável entre anos e; o ponto de colheita (JACKSON, 2003; NAKASU e FAORO, 2003; FAORO, 2004; MITCHAM e ELKINS, 2007; PERAZZOLO, 2008).

### 2.1.3.2 Porta-enxertos

As cultivares de pereira, como a maioria das frutíferas, possuem alto grau de heterozigose, desta forma propagação de plantas via semente, para fins comerciais, é altamente inviável, uma vez que tais plantas perderiam suas características originais, devido a grande variabilidade genética que apresentariam entre elas. O tipo de planta mais utilizado para a formação de pomares comerciais de pereira, constitui-se de duas partes: o porta-enxerto, parte inferior da planta e que contém o sistema radicular; e o enxerto ou copa, que é formado pela cultivar produtora das frutas, as quais são enxertadas por borbulhia ou garfagem sobre os porta-enxertos devidamente selecionados (MITCHAM e ELKINS, 2007).

Para Marangoni e Mazzanti (1999), a tendência da fruticultura moderna é a utilização de plantios em alta densidade, para reduzir os custos de mão de obra. A importância da interação entre densidade de planta e vigor é bem conhecida e explorada. Alta interceptação de luz em pomares de alta densidade, com uso de porta-enxertos menos vigorosos, que diminuam sombreamento, tem resultado em maior produtividade por hectare (PALMER, 2002).

Geralmente, os porta-enxertos devem oferecer características relacionadas a ancoragem, vigor, precocidade de produção, resistência a doenças e nematóides, produtividade, absorção de água e nutrientes, adaptação a diferentes solos, qualidade física e nutricional de frutos, etc.

Portanto, a escolha do porta-enxerto está diretamente vinculada a condição da região onde será implantado o pomar (em particular do tipo de solo, da disponibilidade hídrica e do histórico da área), ao tipo de condução (espaçamento entre plantas, tipo de poda) e as práticas culturais adotadas, e, principalmente, a afinidade do porta-enxerto com a cultivar de pereira.

Os porta-enxertos de pereiras podem ser obtidos a partir de *seedlings* ou clonais (MITCHAM e ELKINS, 2007). A propagação por semente é relativamente fácil, não apresenta custos elevados, e em geral se consegue maior quantidade de plantas em um determinado período. Apresenta desvantagem com relação a

desuniformidade, pois cada planta é geneticamente diferente da outra, o que irá conferir ao enxerto diferentes performances de crescimento e produtividade. O sistema radicular desses *seedlings* são bastante simétricos e tendem ao crescimento pivotante. Porta-enxertos clonais são derivados de uma planta matriz, possuem carga genética uniforme e idênticas necessidades edafoclimáticas, nutricionais e de manejo. As maiores desvantagens de se obter porta-enxertos nesse método é a transmissão facilitada de doenças, e a dificuldade de enraizamento apresentada por algumas cultivares devido a perda da juvenilidade pela planta. O sistema radicular de porta-enxertos clonais são assimétricos e tendem a crescer lateralmente (MITCHAM e ELKINS, 2007; FACHINELLO et al., 2005).

A capacidade de absorção de nutrientes é outra característica importante a ser observada nos porta-enxertos. Os clones da série OHF e *P. betulaefolia* tem alta capacidade de absorção de cálcio. *P. calleryana* tem baixa capacidade de absorção de cálcio, zinco e ferro; e o marmeleiro parece absorver bem o magnésio, mas deixa a desejar na absorção de nitrogênio, ferro e boro (LEITE e DENARDI, 1992).

Pode-se dizer que os porta-enxertos mais comumente utilizados para pereiras são: *seedlings* de *P. communis* (principalmente ‘Winter Nelis’ e ‘Bartlett’) e *Pyrus* spp em geral; “Old Home x Farmingdale”; e marmeleiros. Na Fig. 2, observa-se o vigor comparativo da cv. Bartlett sobre diferentes porta-enxertos. Porém, a comparação de vigor entre plantas pode ser influenciada pela textura do solo, clima, nutrição e manejo.

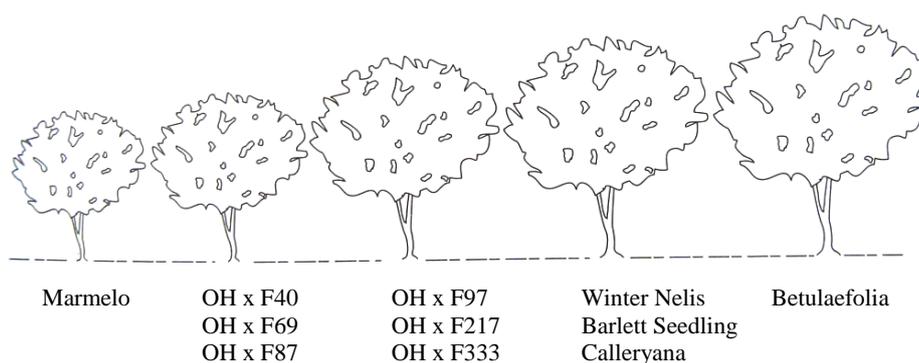


Figura 2 – Vigor comparativo de pereiras ‘Bartlett’ sobre diferentes porta-enxertos.  
Fonte: Mitchan e Elkins (2007)

O hábito de crescimento de plantas do gênero *Pyrus* é considerado demasiadamente vertical, o que as torna extremamente vigorosas, dependendo do

ambiente que é implantado, genótipos, práticas de manejo e o tipo de porta-enxerto (NAKASU e FAORO, 2003, JOHNSON et al., 2005).

A necessidade de limitar o desenvolvimento das plantas e acelerar o início da produção tem determinado, tanto na macieira, como na pereira, uma progressiva redução de uso de porta-enxertos francos. Em geral, porta-enxertos do gênero *Pyrus*, são utilizados para pomares de baixa ou média densidade e os de marmeleiro, para pomares de média a alta densidade (LORETI e GIL, 1994).

### a) *Pyrus*

Os primeiros pomares de pereira no Brasil foram plantados com porta-enxertos *Pyrus* spp (PERAZZOLO, 2006).

Em geral, apresentam boa compatibilidade com a cultura, resistentes a invernos rigorosos e a clorose férrica. Este porta-enxerto apresenta como características indesejáveis: vigor excessivo; influência sobre a copa atrasando sua entrada em produção; as seleções clonais de *Pyrus* são mais difíceis de se propagar; induz frutos de tamanho médio; apresenta produção inconstante e são suscetíveis ao declínio da pereira (DECKERS e SCHOOFS, 2002). A densidade de plantas varia de 500 a 1200 plantas/hectare (CAMPBELL, 2003).

- *P. betulaefolia* – é o porta-enxerto mais vigoroso de pereira, tolera o declínio e o *fire-blight*. Resistente às temperaturas extremamente baixas, por isso muito utilizado na Califórnia. Apesar de se adaptar bem tanto em solos secos como em solos úmidos e argilosos, não tolera solos encharcados durante período de crescimento. É recomendado como porta-enxerto para as pereiras asiáticas (LEITE e DENARDI, 1992; WEBSTER, 1998; FAORO, 2001; WERTHEIM, 2002).

- *P. communis* – os *seedlings* oriundos de sementes dessa espécie, principalmente das cultivares Bartlett ou Winter Nelis são bastante resistentes as temperaturas extremamente baixas (até -51°C), são produtivos, possuem boa compatibilidade de enxertia, boa fixação ao solo e são adaptáveis à maioria dos tipos de solo. Entretanto, estes porta-enxertos não proporcionam controle de crescimento e precocidade. São resistente ao declínio da pereira mas não ao *fire-blight* (*Erwinia amylovora*), doenças mais significativas nos Estados Unidos e na Europa, e não constastados no Brasil (LEITE e DENARDI, 1992; WEBSTER, 1998; FAORO, 2001; WERTHEIM, 2002).

- *P. calleryana* – é um porta-enxerto bastante vigoroso, de bom rendimento, compatível com a maioria das cultivares de pereira europeias e asiáticas. É resistente a altas temperaturas, mas não às temperaturas extremamente baixas, sendo mais toleráveis ao encharcamento do solo do que os marmeleiros e alguns *Pyrus* spp.. Embora, seja um porta-enxerto vigoroso, não atinge o tamanho do pé franco de *P. communis*. Em contraste com outros porta-enxertos vigorosos de pereira, inicia frutificação mais cedo. É resistente à entomosporiose (*Entomosporium maculatum*), à podridão do colo (*Phytophthora cactorum*), ao declínio e ao *fire-blight* (LEITE e DENARDI, 1992; WEBSTER, 1998; FAORO, 2001; WERTHEIM, 2002).

- Série OHF (Old Home x Farmingdale) – Originário dos programas de melhoramento dos Estados Unidos. Várias seleções oriundas desse cruzamento vêm sendo amplamente utilizados por serem resistente ao *fire-blight*. Apresenta boa compatibilidade com as principais cultivares de pereiras. Há uma grande disponibilidade de clones dos mais diferentes vigores, e adaptáveis a diversos tipos de clima e solo. Porém, em geral, não tem capacidade de adaptação aos solos argilosos e úmidos (MARANGONI e MALAGUTI, 2002; CAMPBELL, 2003; COLOMBO, 2003).

- Serie Fox – Fox 11 e Fox 16, e Fox 9 são clones que foram obtidos por micropropagação da cultivar Volpina na Universidade de Bologna, Itália. Foram desenvolvidos para reduzir vigor, sendo considerado de vigor médio, porém são bastante questionados com relação ao seu comportamento. São tolerantes a solos excessivamente calcareados, como é o caso da Europa (MARANGONI e MALAGUTI, 2002; CAMPBELL, 2003; COLOMBO, 2003; MITCHAM e ELKINS, 2007).

- Pyriam – Seleção de *P. communis* obtida na França. Apresenta vigor superior ao marmeleiro 'BA29'. Na França tem sido testado apenas com 'Williams' e 'Dr. J. Guyot'. Pouco se conhece sobre seu comportamento em outros locais de cultivos (COLOMBO, 2003; MITCHAM e ELKINS, 2007).

- Pyrodwarf – clone obtido do cruzamento entre 'Old Home' x 'Buona Luisa d'Avranches' feito na Alemanha. Esse porta-enxerto apresenta alta resitência ao *fire-blight* (gene proveniente da planta mãe 'Old Home') e efeito ananizante e precocidade, gene proveniente da planta pai 'Buona Luisa d'Avranches', o qual possui forte relação entre xilema e floema (1:1). Possui vigor similar ou inferior ao

marmeleiro 'BA29', porém apresenta um retardo na produção em relação ao mesmo (COLOMBO, 2003; MITCHAM e ELKINS, 2007).

O excesso de vigor das plantas pode contribuir no baixo pegamento dos frutos. Esta competição é potencializada devido ao uso de porta-enxerto vigoroso, como por exemplo, *P. calleryana* e *P. betulaefolia*. Na floração é o momento em que a planta necessita utilizar as reservas acumuladas, sendo que o crescimento vegetativo pode ser um competidor por hidratos de carbono com a floração, podendo afetar a frutificação efetiva. Segundo Camelatto (2002), porta-enxertos ananizantes tendem a induzir melhor brotação e floração, sendo que ramos mais curtos necessitam menor quantidade de frio hibernar.

### **b) Marmeleiros**

O marmeleiro (*Cydonia oblonga*) pertence a família *Rosaceae* e subfamília *Pomae*, bem como a macieira e pereira. É originário do oeste asiático, mais precisamente da região situada próximo ao Irã. Seu centro de origem é referido como sendo Cydon, na Grécia, onde ainda é constatado em estado selvagem (PIO et al, 2005). É adaptado em regiões com precipitação pluviométrica anual de mais de 800mm, com chuvas regulares no verão, e com temperatura média ótima de 15°C (USDA, 2008).

O marmeleiro é utilizado por algum tempo como uma alternativa de porta-enxerto para pereiras por possuir efeito ananizante, permitindo assim, melhor controle do vigor da planta, podendo formar árvores 50 a 60% do tamanho de pereiras sobre 'Winter Nellis', e melhor adensamento entre plantas (mais que 3000 pl.ha<sup>-1</sup>). Induz precocidade de produção; é de fácil propagação tanto por estaquia como por mergulhia. Como porta-enxertos, os marmeleiros necessitam de suporte (ancoramento) para melhor desempenho, pois possuem raízes não muito profundas, fibrosas e bifurcadas, que tendem a romper sob o peso da produção e vento (WESTWOOD, 1988). São sensíveis a solos secos; não adaptáveis a locais onde há ocorrência de frio extremo; intolerantes a solos com excessiva adubação calcária; resistem melhor a solos argilosos, pesados ou pouco arejados, e úmidos (JACKSON, 2003). De modo geral, apresentam alta resistência ao declínio da pereira, à agrobactéria (*Agrobacterium tumefaciens*), ao míldio e a podridão do colo. São também resistentes ao pulgão lanígero e aos danos causados por nematóides.

Por outro lado, são suscetíveis ao fogo bacteriano e à entomosporiose (LEITE e DENARDI, 1992).

Dentre as seleções de marmeleiros, citam-se (em ordem decrescente de vigor) os mais utilizados:

- MA – clone mais antigo selecionado por East Mailing, Inglaterra (seleção melhorada da população do marmeleiro Angers). Fácil propagação por mergulhia (MUSACCHI, 2008). Segundo Campbell (2003) não é compatível com 'Beurré Bosc', 'Packham's Triumph', 'Williams' (exceto 'Williams Compatible'). É um dos porta-enxertos mais utilizados na Europa, juntamente com MC.

- BA29 – Seleção francesa (INRA) do marmeleiro 'Provenza' obtida nos anos 60. É de fácil propagação e apresenta um aparato radicular bem desenvolvido, proporcionando um bom suporte às plantas, por isso adaptável a solos pesados e argilosos, e solos com elevado teor de calcário, sendo menos suscetível a clorose. Apresenta de 10-20% a mais de vigor do que o porta-enxerto Sydo. A entrada de produção é lenta em comparação a outros marmeleiros (4º ano), porém apresenta boa e constante capacidade produtiva e frutos de bom calibre. Um dos seus pontos fracos é a falta de tolerância em relação a fitoplasma e vírus. É medianamente sensível a *Erwinia amylovora* e suscetível a *Agrobacterium tumefaciens*. Possui pouca afinidade com a cv. Abate Fetel. Para tanto, utiliza-se um interenxerto da cultivar Butirra Hardy, que é compatível com ambas as partes (LORETI e GIL 1994, COLOMBO, 2003).

- Sydo – clone do marmeleiro Angers mais difuso na Itália. Mais produtivo em relação ao MA e menos sensível a fitoplasmas, oferece maior flexibilidade e adaptabilidade a diferentes ambientes. Pode ser empregado em densidades acima de 0,9-1,00m entre plantas. Com a cultivar Williams apenas pode ser usado com interenxerto.

- Adams – clone do marmeleiro Angers selecionado na Bélgica em 1970. Apresenta grande facilidade de ser multiplicado, com sistema radicular fasciculado e superficial, exigindo terrenos frescos e férteis. Apresenta-se medianamente sensível a *Erwinia amylovora*. Induz vigor reduzido nas plantas enxertadas (cerca de 85% em relação ao MA), precocidade de frutificação, elevada produtividade e eficiência produtiva, apresenta discreta afinidade com as cultivares mais difundidas. Apresenta bom tamanho de frutos mesmo com produção abundante, é o que melhor se adapta

para plantios em alta densidade. (LORETI e GIL, 1994; MARANGONI e RIVALTA, 1995).

- MC – é o porta-enxerto marmeleiro mais ananizante, sendo possível plantios em altas densidades (3000-4000pl/ha). Apresenta grande desafinidade de enxertia com as cultivares de pereiras Kaiser Beurré Bosc, Packham's, Williams (exceto Williams Compatible) (CAMPBELL, 2003). É considerado compatível com 'Abate Fetel', 'Decana del Comizio' e 'Conference' (COLOMBO, 2003). É bastante sensível a clorose, exigente em nutrição e irrigação. Não suporta frio excessivo. Sistema radicular é bastante superficial. Possui alta eficiência produtiva. Apresenta resistência ao pulgão lanígero e nematóides e apresenta sensibilidade, *Erwinia amylovora* e vírus (LORETI e GIL 1994)

Entre os novos porta-enxertos de marmeleiros, pode-se ainda citar: MH (vigor similar ao Sydo); Cts 212 (seleção oriunda da Itália) (MARANGONI e MALAGUTI, 2002).

Apesar da utilização do marmeleiro como porta-enxerto para a cultura da pereira apresentar inúmeras vantagens, como as citadas acima, algumas combinações apresentam sérios problemas de incompatibilidade de enxertia.

O marmeleiro é bastante cultivado na Itália (90%) e na Europa. Este tipo de porta-enxerto foi introduzido no Brasil para fim comercial no final da década de 90, e desde então vem provocando mudanças na cultura da pereira no país.

Porta-enxerto de marmeleiro é apenas indicado para pereiras do grupo das europeias, devido ao alto grau de incompatibilidade com o grupo das asiáticas. Sob as condições edafo-climáticas do Iran, Arzani (2004) observou durante cinco anos o comportamento de nove cultivares de pereiras do grupo das asiáticas enxertadas sobre *seedlings* de *P. communis* e *C. oblonga*. Plantas combinadas com marmeleiros tiveram em média apenas 6% de sobrevivência durante este período; enquanto que, quando enxertadas sobre pereiras, a taxa de sobrevivência foi em média 88%; mostrando desta forma, clara evidência de incompatibilidade de enxertia de pereiras asiáticas e marmeleiros.

Com o surgimento de porta-enxertos clonais de marmeleiro (*Cydonia* spp.) iniciou-se uma nova fase na produção de pêras. No entanto, sob as condições climatológicas do Brasil, a pereira tem apresentado sérios problemas de incompatibilidade com determinados porta-enxertos de marmeleiros.

## 2.2 A Incompatibilidade de enxertia

### 2.2.1 Técnica de enxertia

A enxertia constitui-se numa prática mundialmente aplicada na fruticultura, sendo utilizada em larga escala, nas principais espécies frutíferas, tanto de regiões de clima temperado como de clima tropical, e sua utilização permite a reprodução integral do genótipo que apresenta características desejáveis; precocidade de produção através da eliminação do período juvenil da planta; diminuição do tempo de crescimento e desenvolvimento da planta (principalmente em programas de melhoramento); obtenção de diferentes formas de crescimento associadas ao vigor; indexação de plantas para estudo de viroses; e importante ferramenta no estudo do desenvolvimento anatômico, de reguladores de crescimento vegetal, na translocação de nutrientes, absorção hídrica, senescência, na genética molecular, e na fisiologia do stress (ANDREWS e MARQUEZ, 1993; HARTMANN e KESTER, 1975).

A sequência do processo de soldadura decorrente da enxertia (Fig. 3) (HARTMANN e KESTER, 1975; MCCULLY, 1983; MOORE, 1984; GEBHARDT e GOLDBACH, 1988; ANDREWS e MARQUEZ, 1993; DICKISON, 2000; JACKSON, 2003; NACHTIGAL et al., 2005; PINA e ERREA, 2005), quando compatível, foi descrita da seguinte forma:

a) Estabelecimento de contato íntimo e fixo (região cambial com perfeita proximidade) entre os tecidos do enxerto e porta-enxerto. Primeiramente, as células rompidas na interface dos enxertos morrem e formam uma camada necrótica (linha escura, mais ou menos contínua), a qual desaparece ao decorrer do processo (proliferação do calo).

b) Formação do calo e entrelaçamento de células. Células vivas de ambos os enxertos (porta-enxerto e copa, neste caso) se prolongam até a zona necrótica. Uma ponte de calo das células interdigitadas do parênquima se forma por divisão celular, rompendo e invadindo a camada necrótica (entrelaçamento de células). As células de parênquima que forma o tecido esponjoso do calo, preenchem o espaço entre os dois componentes originais do enxerto, entrelaçando-se intimamente e

proporcionando certa resistência mecânica, assim como permitindo a passagem de uma determinada quantidade de nutrientes do porta-enxerto para o enxerto.

A temperatura e a umidade podem estimular a atividade celular dos tecidos envolvidos, sendo que o aumento da temperatura, até um determinado limite, favorece a divisão celular. Durante esses eventos, a resistência a tração do enxerto aumenta devido a coesão física entre os dois enxertos. Esse fortalecimento ocorre quando secreções dos dictiossomas (pectinas, carboidratos e proteínas) de precursores da parede celular auxiliam na coesão.

c) Produção do câmbio. Novo câmbio vascular é diferenciado das células parenquimáticas, presumivelmente em resposta a auxina liberada pelos traços vasculares de ambos os enxertos.

d) Formação de xilema e floema. Finalmente, xilema e floema secundário são produzidos pelo cambio reconstituído, criando uma conexão vascular entre porta-enxerto e enxerto. Durante a cicatrização do ponto de enxertia, não há mistura de conteúdos celulares, pois as células produzidas mantêm suas características.

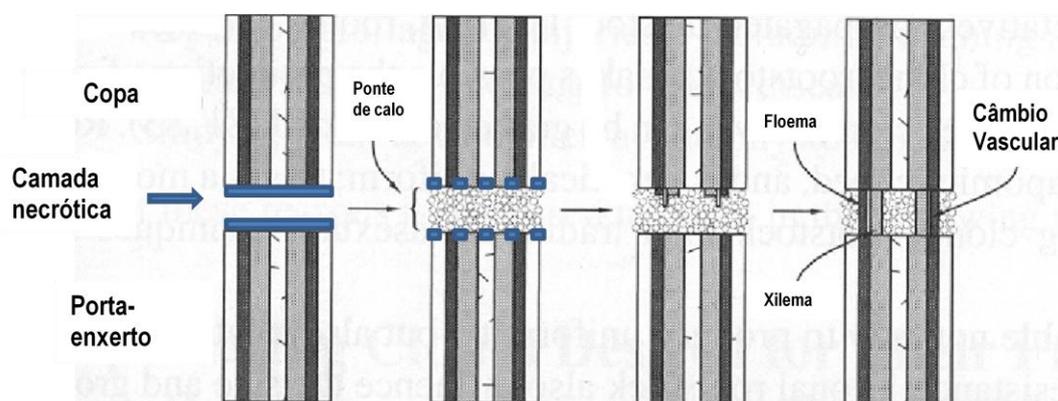


Figura 3 – Sequência do processo de soldadura decorrente da enxertia entre plantas compatíveis.

Fonte: QUIST (2009) com modificações.

Segundo Hartmann e Kester (1975), quando as plantas que se deseja enxertar são de diferentes gêneros, embora da mesma família, as probabilidades de que a união tenha êxito são remotas. Entretanto, alguns casos podem ser citados como bem sucedidos e com vantagens comerciais. A laranjeira trifoliata (*Poncirus trifoliata*) é usada de forma comercial como porta-enxerto ananizante para diversas

espécies do gênero *Citrus*. O marmeleiro (*Cydonia Oblonga*), como citado durante esse trabalho, tem sido usado como porta-enxerto para determinadas cultivares de pereiras.

## **2.2.2 Mecanismo da incompatibilidade de enxertia**

Nachtigal et al. (2005) definem incompatibilidade: duas plantas são incompatíveis quando, por motivos intrínsecos, não são capazes de formar uma união perfeita, impossibilitando o desenvolvimento normal da nova planta.

A incompatibilidade entre porta-enxerto e a cultivar copa é um fato bastante complexo e discutido; e a relação botânica dos componentes de enxertia não é referência garantida do futuro comportamento dessa combinação. Este problema assume papel importante na fruticultura, pois há crescente demanda por novos porta-enxertos e cultivares, devido a exigência comercial e produtiva.

### **2.2.2.1 Sintomas da incompatibilidade**

Os sintomas de incompatibilidade são diversos dependendo de cada espécie. Sintomas internos geralmente precedem os externos. Internamente, os tecidos do floema parecem ser mais severamente afetados do que os tecidos do xilema. Os sintomas incluem degeneração do floema e córtex (BREEN, 1974); parênquima axial do xilema atípico (COPEs, 1980a); falta de parênquima axial no floema e necrose das células do córtex (COPEs, 1980b); aumento da atividade de peroxidase em ambas as partes e deposição de lignina e polifenóis na união de enxertia, impedindo a formação de conexões vasculares e translocação de água e nutrientes (DELOIRE e HEBANT, 1982).

Em espécies lenhosas, exclusivamente, esses sintomas incluem suberização excessiva e engrossamento da casca devido a superprodução de células crivas e subprodução de traqueídeos, levando ao desenvolvimento excessivo abaixo, acima ou no ponto de enxertia, com subsequente necrose e quebra no local de enxertia (ANDREWS e MARQUEZ, 1993; NACHTIGAL et al., 2005); acumulação excessiva de tanino, indicados por manchas anormais escuras na casca, e ondulação dos anéis de crescimento anual (COPEs, 1980a).

Os sintomas externos podem ser descritos como: atraso na quebra de dormência, morfologia foliar atípica e abscisão prematura de folhas, redução do crescimento vegetativo (produção de plantas anãs ou raquíticas), seca das ponteiros, má formação e morte prematura (HARTMANN et al., 1990). Perda de turgidez, baixas taxas de respiração durante o dia (SCHMID et al., 1988 apud ANDREWS e MARQUEZ, 1993), e descoloração também podem ser observados em folhas do enxerto (copa) devido a descontinuidade vascular no ponto de enxertia (BREEN, 1975).

As principais características externas da incompatibilidade entre pereiras e marmeleiros são: a zona no ponto de enxertia é desuniforme e cheia de rupturas longitudinais na casca, há ocorrência de incisão profunda que se desenvolve na casca ao longo da linha de união, seguida de considerável necrose. As plantas ficam atrofiadas, ou então, como ocorre em muitas cultivares, o crescimento segue normal, porém a planta tende a facilmente quebrar-se na união do enxerto com o decorrer dos anos (MOORE, 1984). Tal ocorrência foi observada por Gur et al (1968), que sob as condições climáticas de Israel, plantas de pereiras sobre marmeleiros cessavam seu crescimento do terceiro ao quinto ano, ou então, apresentavam crescimento normal por alguns anos e, posteriormente, descoloração e queda das folhas no início do verão, seguida de morte repentina.

Supercrescimento do ponto de enxertia (ou seja, engrossamento da união) tem sido considerado como claro sintoma de incompatibilidade, mas nem sempre é um bom indicador se for o único sintoma que a planta apresenta (SANTAMOUR, 1992; HARTMANN e KESTER, 1975). Embora protuberâncias se desenvolvam acima da união de enxertia seguidas de descontinuidade vascular, diferenças genéticas entre porta-enxerto e enxerto também podem influenciar no supercrescimento, como por exemplo, a cultivar de pereira Comice a qual sempre apresenta diâmetro maior de tronco, independente do porta-enxerto utilizado (compatível ou incompatível) (WESTWOOD, 1988).

A ocorrência isolada ou combinada de um ou mais dos sintomas citados acima, não significa necessariamente que a combinação seja incompatível. Alguns desses sintomas podem resultar de condições ambientais desfavoráveis, como por exemplo, falta de água ou de algum nutriente essencial, ataques de insetos ou doenças, ou falta de habilidade do enxertador.

### 2.2.2.2 Tipos de incompatibilidade

Em plantas frutíferas, Mosse (1962) dividiu incompatibilidade de enxertia em translocada e localizada.

#### a) *Incompatibilidade translocada*

Incompatibilidade translocada ocorre quando algum fator casual, como uma toxina, é transportada de uma parte do enxerto para outra, e mesmo com a inserção de um interenxerto compatível, a incompatibilidade não será superada (FACHINELLO et al., 2005). Adicionalmente, incompatibilidade translocada inclui outras características distinguíveis como: degeneração do floema (maior indicador) caracterizada pela formação de uma linha escura ou de uma zona necrótica na região do cortex; restrição ao movimento de carboidratos na união do enxerto, acumulação de amido acima (copa) e quase ausente abaixo (porta-enxerto) da região enxertada; e geralmente os efeitos de incompatibilidade são observados durante os estágios iniciais de crescimento. Neste caso, há continuidade vascular normal no ponto de união dos enxertos, embora algumas vezes ocorra supercrescimento acima do ponto de enxertia resultando em compressão dos tecidos da casca. Exemplos da referida incompatibilidade citam-se a maioria das cultivares de amendoeiras e pessegueiros enxertados sobre porta-enxertos de ameixeiras (BREEN, 1974), ou sobre *Prunus cerasifera* (Myrabalan), incompatibilidade, a qual é caracterizada pela degeneração do floema.

Segundo Hugard (1978) este tipo de incompatibilidade se manifesta visivelmente na parte aérea, levando geralmente à lenta ou rápida morte da planta. Enxertando pessegueiro (*P. pérsica*) sobre Myrabolan (*P. cerasifera*), a soldadura ocorre perfeitamente, porém no primeiro ano de vida observa avermelhamento precoce e queda prematura das folhas, no segundo ano a parte aérea se torna deficiente, dessecando e morrendo no final do verão. Neste mesmo caso, também foi observada acúmulo de amido acima do ponto de enxertia, desequilibrando a nutrição hidrocarbonada do porta-enxerto. Uma incompatibilidade deste tipo apresenta fator positivo, pois favorece a produção de frutos coloridos e açucarados, o qual fisiologicamente seria explicado ao acúmulo dessas substâncias.

Os casos de incompatibilidade induzida por vírus podem ser incluídos na incompatibilidade translocada. Alguns casos de incompatibilidade encontrados na cultura do citrus e da macieira foram relacionados a viroses (HERRERO, 1951). Alguns vírus parecem estar presentes na forma latente em certas espécies ou cultivares e quando certa combinação entre copa e porta-enxerto é realizada, esse vírus torna-se ativo estabelecendo condições patológicas entre as partes. Esse é o caso de alguns vírus presentes em pereiras, onde certos porta-enxertos de marmeleiros (marmeleiros D, E, F e G) não são tolerantes a expressão desses vírus, causando incompatibilidade (HARTMANN e KESTER, 1975).

#### *b) Incompatibilidade localizada*

Incompatibilidade localizada ocorre no local de enxertia, em decorrência do contato entre enxerto e porta-enxerto; o uso de um enxerto intermediário compatível neste caso é capaz de superar esta incompatibilidade (FACHINELLO et al., 2005). Características desse tipo de incompatibilidade incluem necrose do câmbio e descontinuidade dos tecidos vasculares (incapacidade para manter a atividade cambial), geralmente com ruptura no ponto de enxertia. Na região do enxerto, conforme o enxerto e o porta-enxerto vão se expandindo, se desenvolvem quantidades consideráveis de células parenquimatosas frágeis e soltas, às vezes ocorrendo suberização, interrompendo a conexão vascular normal entre porta-enxerto e enxerto. O sistema radicular é gradualmente enfraquecido, com lento desenvolvimento de sintomas externos devido a redução de translocação de seiva pela união anatomicamente defeituosa. Lesões necróticas e suberização de casca surgem, em vez de degeneração do floema, por isso os gradientes de amido são mais graduais do que acentuado como na compatibilidade translocada. Inclusões de casca (tecido cortical, área escura na parte superior da separação) também podem ser observadas em combinações incompatíveis, ocasionando um enfraquecimento mecânico no ponto de enxertia. A quantidade de tecido novo contínuo permite o movimento de água e nutrientes e torna possível que a planta inicie seu crescimento, porém essa camada de casca depositada e comprimida entre o xilema de ambas as partes, forma uma zona de debilidade mecânica (ANDREWS e MARQUEZ, 1993). Um exemplo de incompatibilidade localizada é a cultivar de

pereira Bartlett enxertada sobre porta-enxertos marmeleiros. A inserção de 'Old Home' (como interenxerto) supera essa incompatibilidade (MOSSE, 1958).

Ambas as incompatibilidades translocada e localizada pode ocorrer em uma mesma combinação de enxertia. Fato observado entre pereiras da cultivar Conference, o porta-enxerto clonal de pereira 'C8' e o marmeleiro 'A', com três anos de idade (MOSSE e HERRERO, 1951). A combinação 'C8' sobre marmeleiro 'A' mostra descontinuidade vascular, a qual é superada pelo interenxerto de pereira 'Conference'. Incompatibilidade translocada foi observada na combinação 'Conference'/Marmeleiro 'A'/'C8', tendo uma menor descontinuidade vascular com acúmulo de amido no interenxerto 'A'. No entanto, combinações de 'Conference'/'C8'/'MA' também apresentaram descontinuidade, porém com distribuição normal de amido e bom crescimento até os três anos de idade da planta.

A incompatibilidade de enxertia observada entre enxertos de pereiras e marmeleiros, como também entre combinações de damasco/ameixa e damasco/pêssego, foi classificada como localizada, envolvendo efeitos tóxicos causados pela prunasina (I-mandelonitrila- $\beta$ -glicosídeo), um glicosídeo cianogênico (MOSSE, 1962; GUR, et al., 1968). De acordo com esta hipótese a prunasina, normalmente encontrada em folhas, brotos e/ou contido no tecido da casca de porta-enxertos de marmeleiros, ascenderia para a copa de pereira, sendo hidrolisada pela  $\beta$ -glicosidase dentro de uma limitada zona logo acima do ponto de enxertia. Neste processo de decomposição, ocorre a liberação da cianida (HCN – ácido cianídrico) tóxica às células cambiais, sendo responsável pela necrose celular no ponto de enxertia.

Ermel et al. (1997), durante 22 dias, analisaram o desenvolvimento histológico e/ou a sequência cronológica do processo de enxertia na formação de plantas de pereiras sobre marmeleiros e pereiras (combinações compatíveis e incompatíveis), e não observaram diferenças estruturais durante os primeiros estágios da formação da enxertia, ou seja, na formação da camada necrótica, adesão, proliferação de calos e na formação do felogênio. Concluindo que, a incompatibilidade localizada observada no estudo em questão poderia resultar devido ao atraso na formação ou a formação incompleta do câmbio, ou devido ao funcionamento anormal do câmbio diferenciado no ponto de enxertia.

Incompatibilidade a longo prazo é utilizada para descrever combinações de enxertia que se apresentam incompatíveis depois de anos de aparente crescimento normal. O qual dificulta a seleção de porta-enxertos, pois a introdução de novos porta-enxertos necessitará de uma avaliação prévia da reação de compatibilidade, o que poderá durar de um a vários anos. Andrews e Marquez (1993) descrevem que algumas das causas desta incompatibilidade têm sido associadas a doenças as quais se manifestam em um determinado estágio de desenvolvimento da planta; que anormalidades no ponto de enxertia se desenvolvem desde o primeiro processo de enxertia, e que sob condições de estresse mecânico a incompatibilidade se manifesta aparentemente; ou ainda, que incompatibilidade fisiológica também é possível quando toxinas agem com o envelhecimento do enxerto, por exemplo, durante a transição do período juvenil para tecidos maduros (incompatibilidade translocada).

### **2.2.2.3 Causas da Incompatibilidade**

Diversos fatores podem contribuir para o insucesso da enxertia, variando muito entre espécies.

Em questão, as causas da incompatibilidade podem ser devido a: diferenças taxonômicas entre as partes enxertadas, plantas com classificação botânica diferente; diferenças entre os períodos sazonais de crescimento, e entre vigor vegetativo; afinidade anatômica, as partes envolvidas na enxertia devem apresentar células com tamanho, forma e consistência semelhantes, visto que não ocorre intercâmbio de células, ou seja, cada tecido continua a produzir células próprias; condições ambientais adversas tal como temperatura extremas, oxigênio e falta de água; estágio fisiológico impróprio do porta-enxerto e/ou do enxerto, sendo que as plantas envolvidas no processo devem apresentar as mesmas exigências nutricionais; diferenças bioquímicas; sensibilidade a doenças, quando o porta-enxerto é susceptível a determinada virose, ocorre morte de toda a planta, quando a copa é susceptível, a planta desenvolve-se inicialmente, mas apresenta declínio com o passar do tempo; pragas; toxidez por herbicidas; e proximidade física dos tecidos determinado pela habilidade do enxertador (GUR et al. 1968; ANDREWS e MARQUEZ, 1993; NACHTIGAL et al., 2005).

Resumidamente, existem três teorias explicando as causas da incompatibilidade, sendo estas 1) devido a diferenças nas características de crescimento do porta-enxerto e do enxerto, tais como o vigor e a época de início e término do ciclo vegetativo; 2) devida a diferenças fisiológicas e bioquímicas entre enxerto e porta-enxerto; 3) uma das partes da união do enxerto produz algum material tóxico que é transportado para a outra parte.

Herrero (1951) estudou o problema de incompatibilidade entre porta-enxertos e copas de diferentes espécies, dentre esses ameixeiras (sobre o porta-enxerto Myrobalan B), pereiras (sobre marmeleiro B) e pessegueiros (sobre Myrobalan B e Brompton) durante dois anos, através do crescimento vegetativo e cambial, estudos histológicos e através da distribuição de amido, e apenas verificou características relacionadas com a estrutura da união (condição interna da casca acima ou abaixo do ponto de enxertia – meristema cambial) e diferenças marcantes em concentrações de amido no porta-enxerto e copa relacionadas a incompatibilidade de enxertia.

Dois principais motivos de irregularidades anatômicas na zona de união entre pereira/marmeleiros foram descritos devido a: descontinuidade dos elementos xilemáticos e floemáticos, acompanhada pelo desenvolvimento do tecido parenquimático na união (BRADFORD e SITTON, 1929; CHANG, 1938; HERRERO 1951; MOSSE e SCARAMUZZI, 1956 apud GUR et al., 1968); e acumulação de pigmentos escuros nas células próximo a zona de união (BUCHLOH, 1962, THIEL, 1954 apud GUR et al., 1967).

A descontinuidade desses elementos, ou seja, os distúrbios anatômicos, são causados pelas interrupções sazonais (principalmente na primavera e outono) da atividade cambial na união, devido a substâncias tóxicas, então citadas por Gur (1957) e Gur et al (1968) liberadas da decomposição do glicosídeo cianogênico do marmeleiro, explicada anteriormente. As diversas cultivares de pereira diferem quanto a capacidade para decompor o glicosídeo, por isso o grau de incompatibilidade entre pereira e marmeleiro é proporcional à atividade de  $\beta$ -glicosidase nos tecidos da pereira, sendo esta atividade um excelente indicador do grau de incompatibilidade. A acumulação de pigmentos escuros nas células próximos a zona de união foi atribuída a hidrólise da arbutin, glicosídeo da pereira e a oxidação da hidroquinona. Os produtos da oxidação da hidroquinona inibem a

lignificação na zona de enxertia. Supõe-se que cultivares compatíveis reduzem esses produtos mais rapidamente que as incompatíveis (BUCHLOH, 1962).

Diferenças entre diâmetros podem estar relacionadas à redução acentuada do teor de açúcar redutores nos porta-enxertos no final do verão, ocorrendo nesta época um considerável aumento no teor de amido de ambos os porta-enxerto e copa. Em combinações compatíveis um aumento de amido presente nos porta-enxertos é provavelmente balanceado pelo suprimento de açúcar provindo da parte aérea, enquanto que em combinações incompatíveis o aumento do amido é acompanhado por uma redução marcante no teor de açúcares redutores no porta-enxerto. Este efeito pode ser comparado com o efeito do anelamento em plantas, pois ocorre união anatomicamente imperfeita no ponto de enxertia. No caso do amido, o nível na copa excede o encontrado nos porta-enxertos nas combinações incompatíveis. Os altos teores de açúcares redutores e amido na copa dessas combinações incompatíveis pode ser não só devido a este efeito de “anelamento”, mas também pela redução na taxa de crescimento da copa a uma idade mais avançada (GUR e SAMISH, 1965; HERRERO,1951). Além disso, Gur et al (1968) observaram que além da diminuição dos açúcares em porta-enxertos marmeleiros em combinações incompatíveis, houve acentuada hidrólise de prunasina, conseqüentemente alto teor de HCN no mesmo, e que processo é grandemente aumentado por altas temperaturas e parece ser a última causa da morte dessas plantas.

Ao comparar as combinações compatíveis com as incompatíveis de pereiras e marmeleiros, Gur e Samish (1965) verificaram que nas incompatíveis: o cessamento do crescimento cambial dos porta-enxertos ocorre antes da cultivar copa; ocorre maiores diferenças entre o incremento do crescimento anual do porta-enxerto e da cultivar copa; e o diâmetro do porta-enxerto geralmente, é menor do que a cultivar copa e das combinações compatíveis.

Gur et al. (1968) relata que apesar da incompatibilidade de enxertia entre as cultivares de pereiras e porta-enxertos de marmeleiros ocorrer mundialmente, este problema parece ser particularmente mais severo em regiões de clima quente, pois dentre a maioria das cultivares de pereiras testadas em Israel poucas são compatíveis com marmeleiros.

No entanto, todos os maiores eventos que ocorrem durante a formação de uma enxertia compatível (ex: coesão entre porta-enxerto e enxerto, proliferação de

calo, e rediferenciação vascular) pode ser explicado sem o envolvimento do sistema de reconhecimento celular (GUR et al., 1968; MOORE, 1984). Ou seja, os morfogenes responsáveis pela formação de uma enxertia de sucesso (por exemplo: auxina para rediferenciação vascular) são os sinais dominantes, onde tal resultado seria uma enxertia bem sucedida. A limitação do transporte de auxina para as raízes tem um efeito negativo sobre o desenvolvimento vascular, uma vez que a auxina controla a atividade cambial. A auxina é um fator limitante e controlador da diferenciação floemática e xilemática, sob baixas concentrações induz a formação de floema, mas não de xilema (ALONI, 1995). A alta relação de floema/xilema nas raízes de porta-enxertos ananizantes é característica de tecidos produzidos sob concentrações baixas de auxinas e altas de giberelinas (DIGBY AND WAREING, 1966). Uma característica disso é a formação de brotações provindas das raízes, para suprimir a deficiência de auxina em manter a dominância apical.

Moore (1984) acredita que a incompatibilidade entre marmeleiros e pereiras resulta da rejeição desses morfogenes por toxinas as quais levam a incompatibilidade. De fato, a incompatibilidade em locais de altas temperaturas é correlacionada positivamente com a produção de prunasina no marmeleiro, apesar das diversas cultivares de pereira diferirem quanto a capacidade de decompor o glicosídeo. Desta forma, a ação dessas toxinas não específicas (exemplo a cianida), em vez do evento do reconhecimento celular específico, mais facilmente explicaria a incompatibilidade.

Em uma cultivar com baixa atividade enzimática, o glicosídeo é hidrolizado lentamente em seu caminho ascendente e o resíduo tóxico proveniente da hidrólise, se distribui uniformemente em uma grande área, causando pouco prejuízo. Porém, se a atividade enzimática for intensa, grande parte do glicosídeo será hidrolizado liberando grandes quantidades de cianeto em uma área limitada, causando a morte das células (SAMISH, 1962).

Com relação às diferenças estruturais das paredes celulares nas uniões de enxerto, em combinações compatíveis entre pereira/marmeleiro, observaram-se concentrações de lignina tão altas como àquelas das paredes que não formavam parte da união. Entretanto, nas uniões incompatíveis as paredes celulares adjacentes dos dois componentes não continham lignina e suas partes estavam não conectadas ou só entrelaçadas por fibras de celulose. Sendo assim, o processo de lignificação das paredes é responsável pela formação de uniões consistente das

partes enxertadas, e que reações que inibem a formação de lignina e o estabelecimento de uma lamela intermediária mútua entre os dois componentes, conduzem a uniões débeis (BUCHLOH, 1962).

Segundo Santamour (1992), para se obter o funcionamento do sistema vascular na união do enxerto, é necessário similaridade nas concentrações das peroxidases, tanto no enxerto como no porta-enxerto, para que ocorra a produção de correlatas ligninas. Nas plantas que possuem semelhanças de peroxidases, raramente se encontram problemas de incompatibilidade.

A incompatibilidade de enxertia pode também ser induzida por alguma virose (JACKSON, 2003). Como exemplo, o declínio da pereira causado por fitoplasma, é uma das doenças mais sérias e destrutivas para as plantações de pereiras. Geralmente transmitidos por insetos (psílídeos) e por enxertia. O fitoplasma pode ser encontrado abundantemente nos vasos mais finos do floema, sendo que as toxinas ou metabolitos produzidos por ele são translocadas dos vasos mais finos para o cambio secundário onde causam necrose (MARINHO et al., 2006). Logo abaixo da região de inserção do enxerto, uma descoloração de cor amarronzada pode ser observada; ocorre morte de raízes menores, enquanto que as maiores apresentam-se normais. Plantas afetadas podem morrer em poucos anos ou apresentar ramos atrofiados e sobreviverem por alguns anos (CABI/EPPO, 1998).

### **2.2.3 Métodos de prever a incompatibilidade**

A capacidade de prognosticar se uma determinada combinação irá apresentar incompatibilidade seria de grande valor técnico e econômico aos viveiristas e produtores em geral, uma vez que as combinações poderiam ser selecionadas antes da enxertia. Isso seria particularmente valioso em caso onde sintomas de incompatibilidade desenvolvem lentamente e o insucesso de enxertia é evidente apenas depois de vários anos de bom desenvolvimento da planta.

Sugerem-se vários métodos para prever incompatibilidade, podendo ser divididos em duas categorias, *in vivo* e *in vitro*, dependendo da fonte do material utilizado no estudo. Os métodos *in vitro* são materiais vegetais obtidos de técnicas de cultura de tecidos, incluindo cultura de calos, suspensão celular, microenxertia e germinação de sementes *in vitro*. Métodos *in vivo* incluem material vegetal de casa de vegetações ou diretamente do campo (ANDREWS e MARQUEZ, 1993).

A protuberância formada no ponto de enxertia, amarelecimento da parte vegetativa, redução do crescimento vegetativo e diferenças nas taxas de crescimento entre enxerto e porta-enxertos são conhecidos como características de uma possível incompatibilidade de enxertia (HARTMANN et al, 1997). Esses marcadores possuem desvantagens, pois algumas vezes o aparecimento desses sintomas demora anos para serem detectados, e em alguns casos não apresentam nenhuma correlação entre observações anatômicas e incompatibilidade (ANDREWS e MARQUEZ, 1993).

Separação de isoenzimas por eletroforese está entre os primeiros métodos usados para prever incompatibilidade de enxertia (COPES, 1978). Quando comparando as isoenzimas de diferentes organismos, a presença ou ausência de bandas de um específica isoenzima, ou sua variação quantitativa ou qualitativa pode fornecer informações sobre taxonomia parental e similaridade metabólicas. Adicionalmente, quando materiais já enxertados são testados, mudanças nas bandas isoenzimáticas podem fornecer informação sobre repostas fisiológicas e mudanças de desenvolvimento que podem levar a incompatibilidade. A técnica oferece vantagem sobre observações anatômicas, uma vez que os testes podem ser feitos antes da enxertia e o ponto de enxertia não precisa ser destruído (GULEN et al, 2002; DAVARYNEJAD et al., 2008).

Fachinello et al. (1999), estudaram a interação porta-enxerto e copa no padrão isoenzimático em pereira e observaram que, além das alterações fisiológicas, ocorre uma interação celular em nível molecular que permite a manifestação de novas formas isoenzimáticas como resultado da modificação bioquímica da união entre ambas as partes.

A importância de peroxidases no processo de lignificação e a presença de numerosas isoperoxidases, as quais podem ter funções específicas na biosíntese da lignina, também foi objeto de estudos na previsão da incompatibilidade (GÜLEN et al., 2004). Embora mais vantajoso que observações anatômicas em termos de acurácia e tempo, esse tipo de método ainda requer o processo de enxertia para que ocorram alterações enzimáticas e sintomas de incompatibilidade.

A cultura de tecidos pode ser útil de duas formas: 1) para estudar as causas e mecanismos da incompatibilidade, uma vez que o método pode ser sujeito a condições controladas que se assemelham ao campo e 2) para estudar o desenvolvimento de incompatibilidade, pois a enxertia pode ser feita diretamente no

sistema *in vitro*. A micropropagação tem sido utilizada para estudar o reestabelecimento da continuidade vascular entre as partes enxertadas através da translocação de certos nutrientes (MOORE, 1984). Zecca (1995) destaca a micro-enxertia como método confiável na detecção rápida da incompatibilidade entre pereiras e marmeleiros.

A cultura de calo foi primeiramente utilizada para determinar cianida em enxertos de pessegueiros (HEUSER, 1972), e foi provado ser a cianogênese a causa da incompatibilidade entre cultivares de pessegueiros e porta-enxertos anãos de cerejeiras. Posteriormente, Errea et al. (2001), sugeriram que a fusão de calo *in vitro* de plantas de damasco com diferentes porta-enxertos de *Prunus*, é um método viável para rápida detecção de anormalidade celulares associadas aos tecidos enxertados quando a união é formada, sendo verificadas através da adesão dos tecidos, arranjo celular, presença de celulose, lipídeos e compostos fenólicos. Estes autores corroboram com publicado por Moore (1986), onde a cultura de calo pode ser vantajosa na detecção de tipos translocados de incompatibilidade.

Gur (1972) estudou uma técnica para evitar incompatibilidade entre pereiras e marmeleiros, injetando polisulfeto ferroso no ponto de enxertia, o qual inativaria a glicosidase e preveniria a liberação de HCN neste ponto. Essa pesquisa não foi repetida, e precisa ser melhor estudada.

A incompatibilidade pode ser parcialmente controlada em casos onde os mecanismos dependem da presença de toxinas selecionando porta-enxertos e cultivares que produzam baixos níveis desses metabólitos. No entanto, o conhecimento desses mecanismos de incompatibilidade auxiliaria no estabelecimento de critérios para a seleção do material a ser enxertado.

A supressão genética direta da incompatibilidade fisiológica é um problema mais complexo. Se a compatibilidade fosse determinada por um único gene, técnicas moleculares tal como Polimorfismo no Comprimento de Fragmentos de Restrição (RLFP) e enzimas de restrições poderiam ser usados para identificar e eliminar os genes responsáveis pela incompatibilidade (TANKSLEY ET AL., 1989; DE VERNA e ALPERT, 1990 apud ANDREWS e MARQUEZ, 1993). Porém, alguns autores sugerem que a incompatibilidade possa ser determinada geneticamente por múltiplos genes (COPES, 1978; SALESSES e AL KAI, 1985 apud ANDREWS e MARQUEZ, 1993), o que desta forma, técnicas tradicionais de melhoramento seriam ainda uma opção.

Métodos específicos que interfiram nos mecanismos de incompatibilidades ainda podem ser difíceis de conseguir até que esses mecanismos sejam bem conhecidos. Se o reconhecimento celular estiver envolvido em qualquer dos estágios das respostas de incompatibilidade, as moléculas mensageiras e seus precursores e receptores devem ser identificados e caracterizados. Modernas técnicas bioquímicas e moleculares são enfoques necessários nessas questões.

O uso de interenxertos mutuamente compatíveis é o único método descrito como meio de evitar completamente a incompatibilidade fisiológica (WERTHEIM, 2002). A interenxertia é uma forma especial de propagação vegetativa utilizada quando se deseja unir diferentes espécies frutíferas de menor compatibilidade relativa ou quando se pretende diminuir vigor, aumentar eficiência produtiva e/ou melhorar qualidade de frutos da cultivar copa utilizada. Apesar dos benefícios proporcionados para ambos, porta-enxertos e copa (pela boa combinação), há uma relutância no seu uso, por causa dos altos custos de obtenção da planta. Em combinações entre 'Abate Fetel' e 'MC', o emprego de Butirra Hardy como interenxerto, reduz o problema de incompatibilidade (LORETI, 1994).

Um sistema de previsão de incompatibilidade deveria ser capaz de prever o sucesso sem a necessidade da enxertia e a espera pelos sintomas se desenvolverem e serem analisados, uma vez que o prognóstico de combinações incompatíveis é objeto importante de estudo para prevenir perdas principalmente, econômicas.

## **3 MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.1 Localização**

O trabalho de pesquisa foi realizado no período de março de 2007 a março de 2009, no Centro Agropecuário da Palma, no Pomar Didático Professor Antônio Rodrigues Duarte da Silva, pertencente a Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM/UFPel), localizado no município de Capão do Leão/Rio Grande do Sul/Brasil, latitude 31°52'00" S, longitude 52°21'24" W e altitude 13,24m (Fig. 4).

O solo experimental é caracterizado por ser moderadamente profundo, com textura média no horizonte A e argilosa no B (BITTENCOURT et al, 1998 apud MACHADO, 2000), classificado como Podzólico Vermelho-amarelo. O clima da região caracteriza-se como temperado úmido com verão quente, conforme a classificação de Köppen, do tipo "Cfa". A região possui temperatura e precipitação média anual de 17,9°C e 1500mm, respectivamente.

Os dados climatológicos (temperaturas média, máxima e mínima e precipitação pluviométrica), nos anos 2007 e 2008, apresentados no Anexo 4 (Fig. 1), foram fornecidos pela estação meteorológica automática localizada no próprio local do experimento.

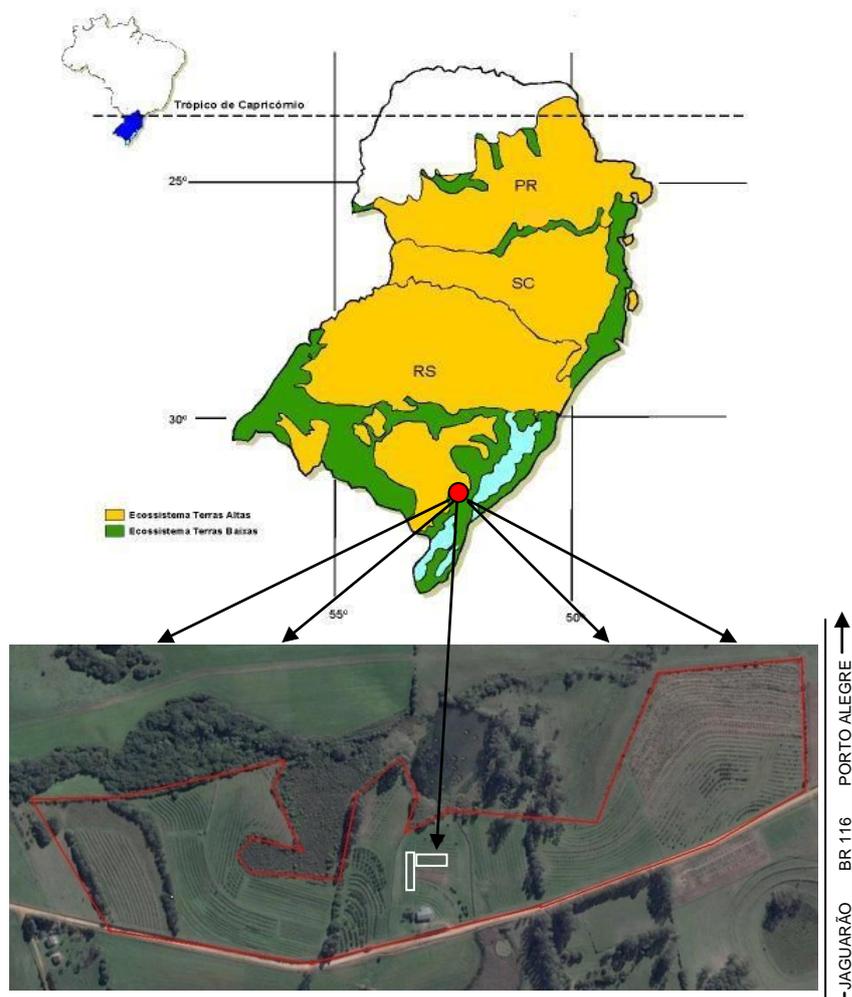


Figura 4 – Localização da área experimental da Palma - Capão do Leão/RS.

### 3.2 Material

As cultivares de pereiras utilizadas foram Carrick, Packham's e Williams com sete anos de idade, enxertadas sobre diferentes porta-enxertos conforme as combinações a seguir. O manejo das plantas e do solo foi igual para as distintas cultivares.

Tabela 3: Combinações (cultivares e porta-enxertos) utilizadas no experimento. . UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009.

<b>Porta-enxerto</b>	<b>Carrick</b>	<b>Packham's</b>	<b>Williams</b>
Adams	X	X	
Alaranjado	X		
Alongado		X	
BA29	X		X
Berreckzi	X		X
Champion	X		X
D'Angers		X	
De Patras			X
Du Lot	X		X
D'Vranja	X		X
Inta267	X		
MC	X		X
Meliforme	X		X
Pineapple	X		
Portugal	X		
<i>P. calleryana</i>	X	X	
Smyrna		X	

O pomar de pereira foi implantado no ano de 2002, objetivando fins experimentais e científicos. As cultivares copas foram obtidas através da enxertia de garfagem, onde os porta-enxertos foram formados através de enraizamento de estaca. As plantas são conduzidas em sistema de média/alta densidade com espaçamento constante, entre plantas de 1m e entre filas de 5m (1 x 5m, 2000 plantas .ha<sup>-1</sup>). As plantas estão tutoradas através de uma estrutura, composta de arame, com cinco fios em cada linha de plantio e conduzidas em forma de líder central. Cada fila possui um sistema de irrigação por gotejamento, a qual funciona diariamente durante o período vegetativo da planta, ou seja, de setembro a abril de cada ano, durante cinco horas diárias (2 L.h<sup>-1</sup> de água por planta).

### 3.3 Manejo da cultura

No período entre março/2007 a fevereiro/2009, realizou-se tratamentos fitossanitários (aplicação de fungicidas e inseticidas) e nutricionais (aplicação de uréia, fósforo e potássio) conforme recomendações técnicas preconizadas para a cultura. Não houve aplicação de herbicida durante os dois anos de condução do trabalho, apenas roçadas manuais quando necessário. A poda foi realizada duas vezes ao ano, sendo uma poda mais intensa entre os meses de março/abril, e outra

mais leve no final do inverno (julho/agosto). A condução e arqueamento dos ramos foram realizados juntamente com a prática da poda.

### 3.4 Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi de blocos inteiramente casualizados, com três repetições de três plantas para cada repetição.

Para as variáveis respostas referentes a crescimento de pereiras (altura inicial e final da planta, incremento de altura da planta, volume inicial e final da copa, massa verde da poda, área específica foliar), os tratamentos formaram um fatorial 2 x 13 para cv. Carrick (2 anos e 13 porta-enxertos), fatorial 2 x 5 para cv. Packham's (2 anos e 5 porta-enxertos) e fatorial 2 x 10 para cv. Williams (2 anos e 10 porta-enxertos).

Para a variável resposta referente ao incremento do diâmetro de tronco, os tratamentos formaram um fatorial 3 x 13 para cv. Carrick (3 pontos de medida – abaixo, ponto e acima do ponto de enxertia e 13 porta-enxertos), fatorial 3 x 5 para cv. Packham's (3 pontos de medida e 5 porta-enxertos) e fatorial 3 x 10 para cv. Williams (3 pontos de medida e 10 porta-enxertos).

Para a variável resposta de diâmetro de tronco, o esquema fatorial foi 2 x 13 x 3 para cv. Carrick (2 anos, 13 porta-enxertos, 3 pontos de medida – abaixo, ponto e acima do ponto de enxertia), fatorial 2 x 5 x 3 para cv. Packham's (2 anos, 5 porta-enxertos e 3 pontos de medida) e fatorial 2 x 10 x 3 para cv. Williams (2 anos, 10 porta-enxertos e 3 pontos de medida).

Os dados foram submetidos à análise da variância pelo teste F e quando significativos realizou-se a comparação das médias entre os diferentes tratamentos, sendo comparados entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância e a análise foi realizada através do programa estatístico SAS Learning Edition (2002).

Para análise da variância os dados expressos da variável massa verde da poda ( $\text{g .planta}^{-1}$ ) foram transformados em  $\arcsen(x/100)^{1/2}$ . Os dados expressos do incremento de altura da planta (cm) foram transformados em  $x^{1/2}$ .

As análises de altura de planta, incremento de altura, volume de copa, diâmetro de tronco do porta-enxerto, diâmetro do ponto de enxertia, diâmetro de tronco da copa, massa verde da poda e área foliar específica foram

complementadas com o estudo de correlações lineares pelo método de Pearson, a 1% (STEEL e TORRIE, 1980).

### 3.5 Avaliações

Realizaram-se avaliações de desenvolvimento vegetativo da planta, visando desta forma definir o vigor e a compatibilidade da cultivar copa com o respectivo porta-enxerto.

- **Altura de planta (m):** obtida a partir do solo até a ponta da copa. Esta medida foi realizada no mês de fevereiro durante os anos de 2008 e 2009.
- **Incremento de altura de planta (cm):** representa o crescimento da altura da planta dentro de cada ciclo vegetativo. Esta medida foi realizada durante dois ciclos (2007/08 e 2008/09), em duas épocas em cada ciclo, avaliando a altura inicial (início do período vegetativo - agosto) e a altura final (final do período vegetativo - fevereiro), sendo calculada através da seguinte fórmula:  $IAP = AF - AI$ . Onde: AF = altura final (m); AI = altura inicial (m).
- **Volume de copa (m<sup>3</sup>):** considerou-se a copa da planta como um cone. Calculado através da fórmula:  $VC = (\pi \times E \times L \times h) / 3$ . Onde: E= espessura da planta (m); L = largura da planta (m); h= altura da planta a partir da inserção das primeiras pernas (m). Esta medida foi realizada no mês de fevereiro durante os anos de 2008 e 2009, junto com a variável altura de planta.
- **Massa verde da poda (g .planta<sup>-1</sup>):** no final de cada ciclo vegetativo (abril/maio) de cada ano, todos os ramos retirados no momento da poda (poda verde), foram coletados e pesados.
- **Área foliar específica (cm<sup>2</sup> .g<sup>-1</sup>):** no mês de janeiro de cada ciclo vegetativo (2008 e 2009) foram coletadas 15 folhas .planta<sup>-1</sup>, totalmente expandidas da parte mediana do ramo e da planta e com o auxílio de um integrador de área foliar foi estimada a área foliar (cm<sup>2</sup>). Após avaliação, as folhas foram colocadas em sacos de papel e colocadas para secar em estufa a  $\pm 70^{\circ}\text{C}$  durante 48h, e então pesadas em uma balança analítica (g). A área foliar específica foi calculada a partir da razão entre a área foliar (cm<sup>2</sup>) pela massa seca das folhas (g).

- **Diâmetro de tronco do porta-enxerto (mm):** foi determinado através da mensuração anual do tronco do porta enxerto, durante o inverno (maio) de 2007 e 2008. O tronco foi medido a 5cm abaixo do ponto de enxertia, em duas direções, paralela e perpendicular a linha de plantio (obtendo o diâmetro médio), com auxílio de um paquímetro digital.
- **Diâmetro do ponto de enxertia (mm):** foi avaliado para verificar o desenvolvimento da união do enxerto com o porta-enxerto, seguindo o mesmo procedimento acima.
- **Diâmetro de tronco da cultivar copa (mm):** foi determinado a 5cm acima do ponto da enxertia, sendo as medidas realizadas no mesmo dia da mensuração do diâmetro dos porta-enxertos e adotado o mesmo procedimento da variável anterior.
- **Incremento de tronco (mm):** representa incremento de tronco de um ciclo para outro, sendo calculada através da seguinte fórmula:  $IT = D2 - D1$ . Onde: D2 = diâmetro do ciclo 2008/09 (mm); D1 = diâmetro do ciclo 2007/08 (mm). Para o cálculo do incremento de tronco, utilizou-se os dados referentes aos diâmetros do tronco do porta-enxerto, do ponto de enxertia e do tronco da cultivar copa

Durante o ano de 2008, foram coletadas 10 folhas .planta<sup>-1</sup>, totalmente expandidas da parte mediana do ramo e da planta e foram enviadas ao Laboratório de Análises de Solos da UFPel, para análise foliar de macronutrientes N, P, K, Ca e Mg.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em geral, o uso de diferentes porta-enxertos para as três cultivares Carrick, Packham's e Williams tiveram efeitos sobre as variáveis avaliadas, influenciando, desta forma, o crescimento das plantas. O maior crescimento de certas combinações pode ser devido as características fisiológicas, como maior eficiência de absorção ou utilização de nutrientes, influenciada pelo uso do porta-enxerto, como também, e principalmente, pela compatibilidade.

Segundo autores (SIMONETTO e GRELLMANN, 1999; CAMPBELL, 2002), as três cultivares testadas são consideradas medianamente vigorosas. Aos sete anos de idade das plantas, independente do porta-enxerto e sob as condições do experimento, as cvs. Carrick, Packham's e Williams apresentaram em média 1,97m; 1,88m e 1,78m de altura, respectivamente.

Para cada cultivar e suas respectivas combinações, *P. calleryana*, como porta-enxerto das três cvs. Carrick, Packham's e Williams, proporcionou plantas mais altas (2,98; 2,10 e 2,60m, respectivamente) (Fig. 6, 9 e 12), plantas mais volumosas (5,07; 2,60 e 6,30m<sup>3</sup>, respectivamente) (Fig. 7, 10 e 13), maior acúmulo de massa verde (2.500; 950 e 5.480g.planta<sup>-1</sup>, respectivamente) (Tab. 11, 12 e 13), maior diâmetro de tronco da cultivar copa (51,62; 39,62 e 51,46mm, respectivamente) (Tab. 17, 18 e 19) e; maiores incrementos de altura em cada ciclo vegetativo para plantas das cvs. Carrick e Williams (56,61 e 65,89cm, respectivamente) (Tab. 4 e 6). Com os resultados obtidos, observa-se o maior vigor induzido pelo porta-enxerto de pereira quando comparados aos marmeleiros. Nakasu e Leite (1992) e Faoro (2001) recomendam o porta-enxerto *P. calleryana*, tanto para cultivares européias como asiáticas, em virtude de sua boa compatibilidade, produtividade e indução de frutos de excelente qualidade. No

entanto, o alto vigor e o longo período de juvenilidade induzido pelo porta-enxerto tem levado os produtores a buscarem porta-enxertos ananizantes e mais produtivos, pois estes tornam-se financeiramente mais atrativos.

Nas cultivares de pereiras estudadas, os porta-enxertos nem sempre foram os mesmos testados, portanto, os resultados a seguir serão apresentados conforme as variáveis avaliadas e para cada variável será discutido a cultivar separadamente.

## 4.1 Altura de Planta e Volume de copa

### 4.1.1 Carrick

Na Fig. 5, observa-se a altura final de planta (dois ciclos consecutivos), fixando o porta-enxerto *P. calleryana* como o mais vigoroso (100%) e com altura de 2,98m. Em geral, os marmeleiros testados para 'Carrick' apresentaram uma redução média de 35% em vigor se comparado com o *P. calleryana*.

'D'Vranja' e 'Inta267', destacaram-se significativamente entre os marmeleiros de maior vigor em altura (2,31 e 2,30m respectivamente) e volume de copa (2,07 e 2,61m<sup>3</sup>, respectivamente), apresentando uma redução final de altura de 23% e de volume de copa de 59 e 49%, respectivamente, em relação ao uso de *P. calleryana* (Fig. 6 e 7).

O marmeleiro 'MC' não diferiu do 'Du Lot' em altura de planta (1,62 e 1,56m, respectivamente), com 54 e 52% do tamanho de plantas sobre *P. calleryana*, respectivamente (Fig. 5 e 6).

O porta-enxerto 'Du Lot' proporcionou plantas menos volumosas, não diferindo dos porta-enxertos 'MC', 'Alaranjado', 'Berreckzi', 'Meliforme', 'Champion', 'Adams' e 'Pineapple' (Fig. 7).

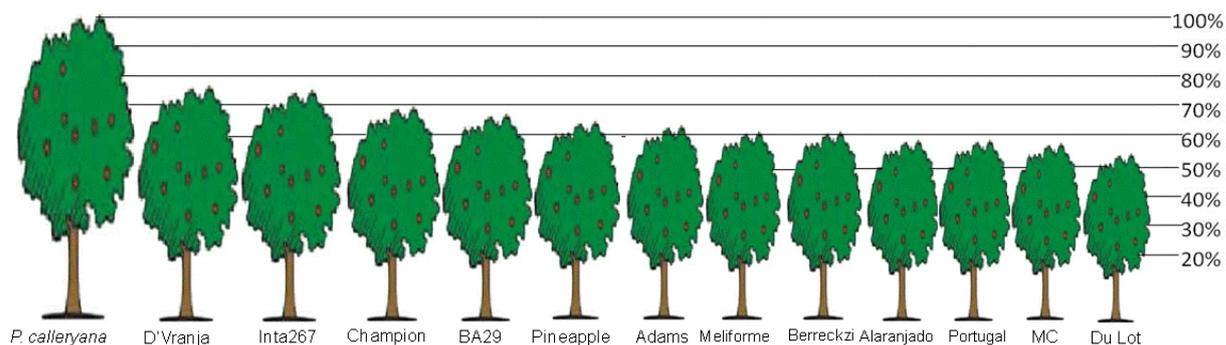


Figura 5 – Vigor comparativo (%) entre pereiras da cultivar Carrick sobre o porta-enxerto *P. calleryana* (vigor 100%) e sobre diferentes porta-enxertos de marmeleiros, considerando altura de planta. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009.

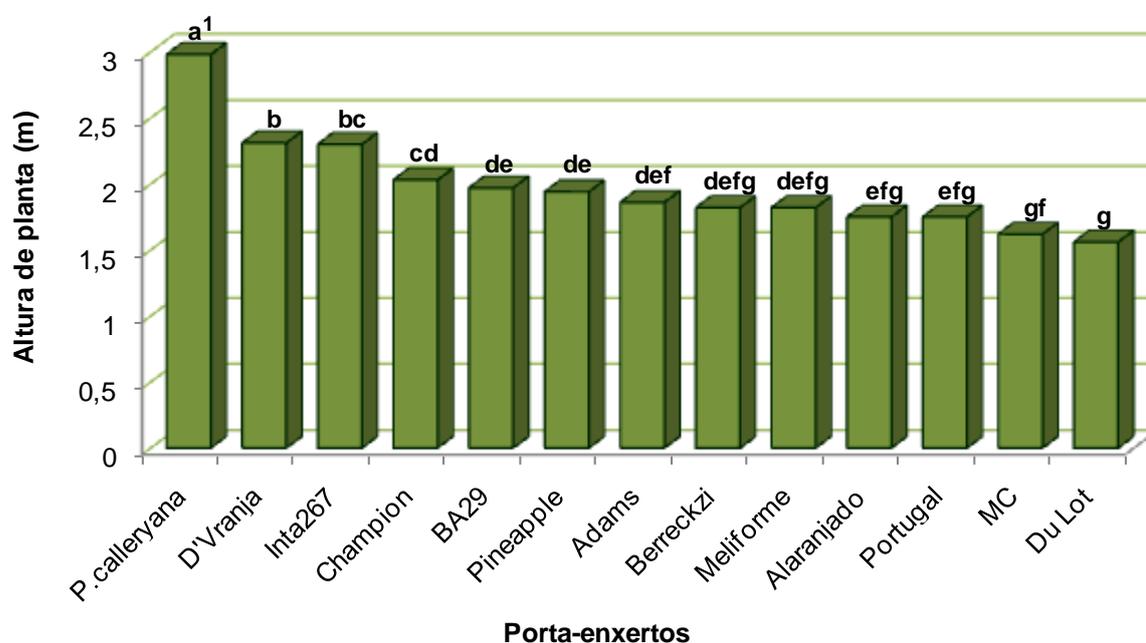


Figura 6 – Altura média de planta de pereiras da cv. Carrick sobre diferentes porta-enxertos, nos anos de 2008 e 2009. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009.

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas para altura inicial e maiúsculas para altura final, diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de significância.

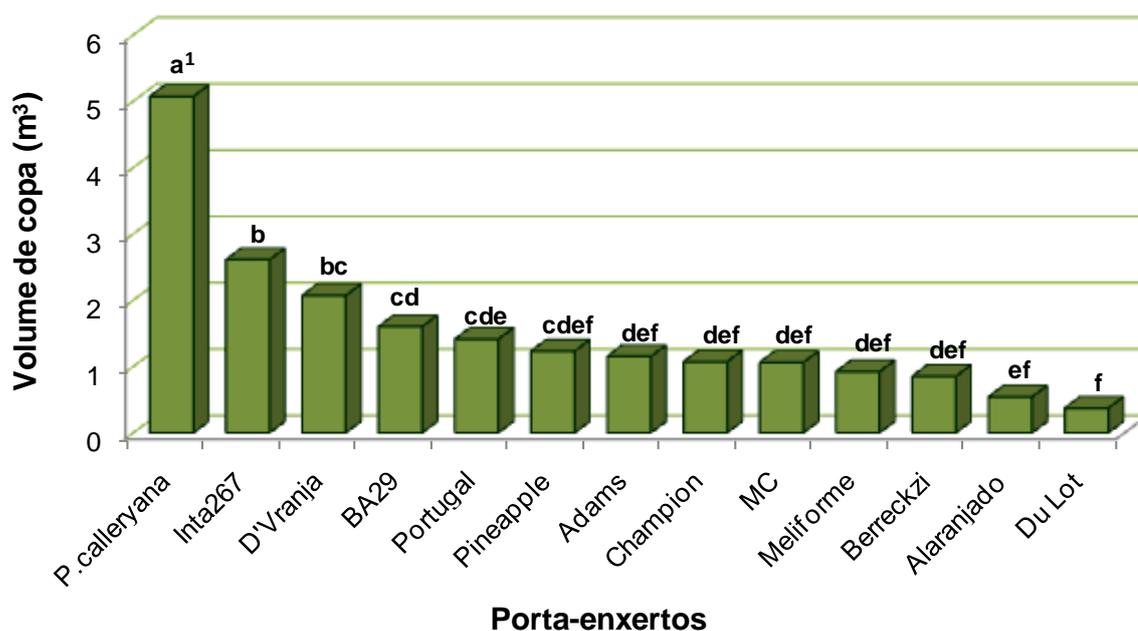


Figura 7 – Volume médio de copa de pereiras da cv. Carrick sobre diferentes porta-enxertos, nos anos de 2007/08 e 2008/09. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009.

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas para volume inicial e maiúsculas para volume final, diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de significância.

#### 4.1.2 Packham's

Na Fig. 8, considera-se altura final de planta, fixando o porta-enxerto *P. calleryana* como o mais vigoroso (100%). Em geral, os marmeleiros testados para 'Packham's' apresentaram uma redução média de 30,6% em altura de planta se comparado com o *P. calleryana*, com altura de 2,50m.

As cvs. de porta-enxertos Adam's, Alongado, D'Angers e Smyrna proporcionaram altura de planta e volume de copa similares, não diferindo-se entre si, para a cv. Packham's (Fig. 9 e 10).

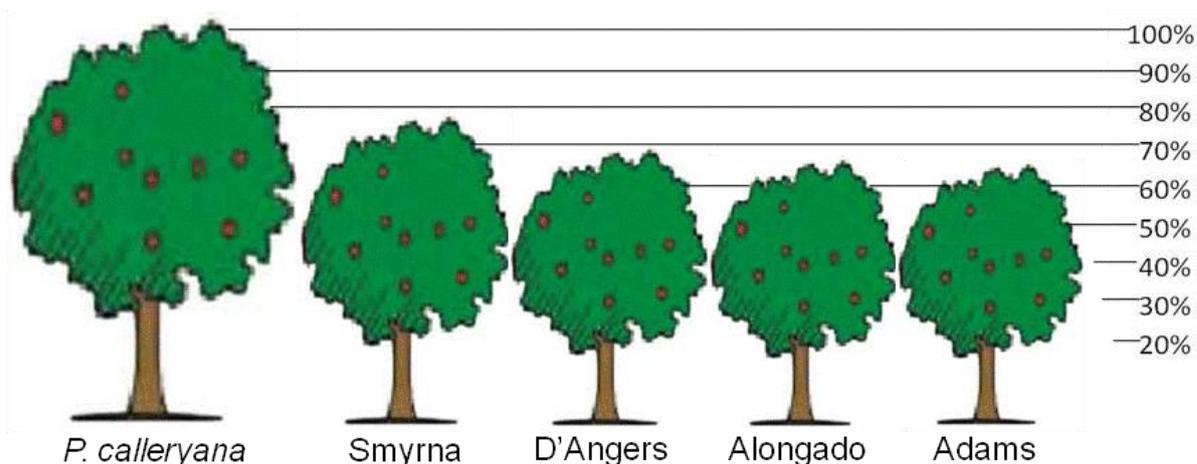


Figura 8 – Vigor comparativo (%) entre pereiras da cultivar Packham's sobre o porta-enxerto *P. calleryana* (vigor 100%) e sobre diferentes porta-enxertos de marmeleiros, considerando altura de planta. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009.

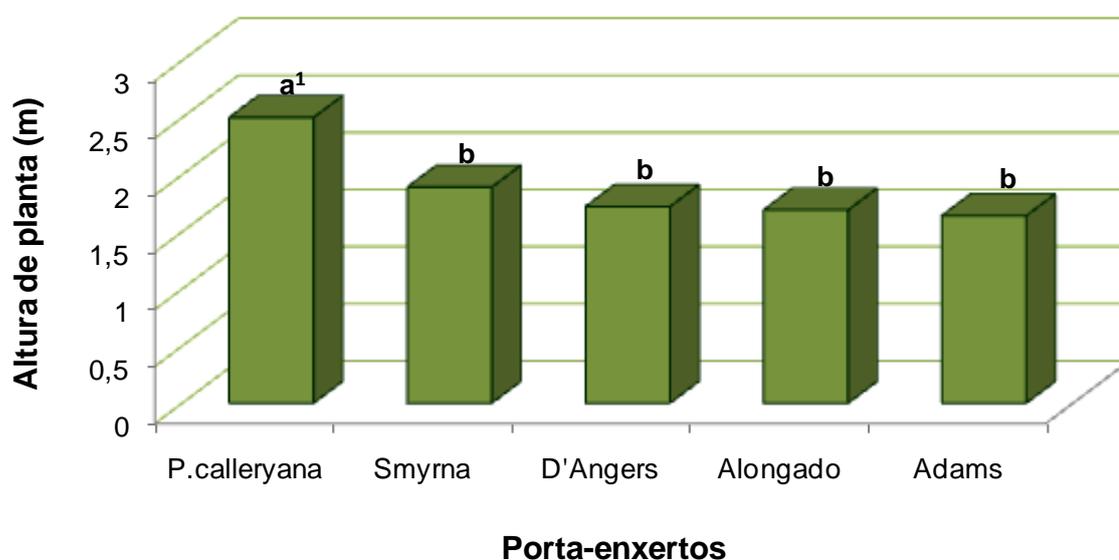


Figura 9 – Altura média de plantas de pereiras da cv. Packham's sobre diferentes porta-enxertos, nos anos de 2007/08 e 2008/09. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009.

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas para altura inicial e maiúsculas para altura final, diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de significância.

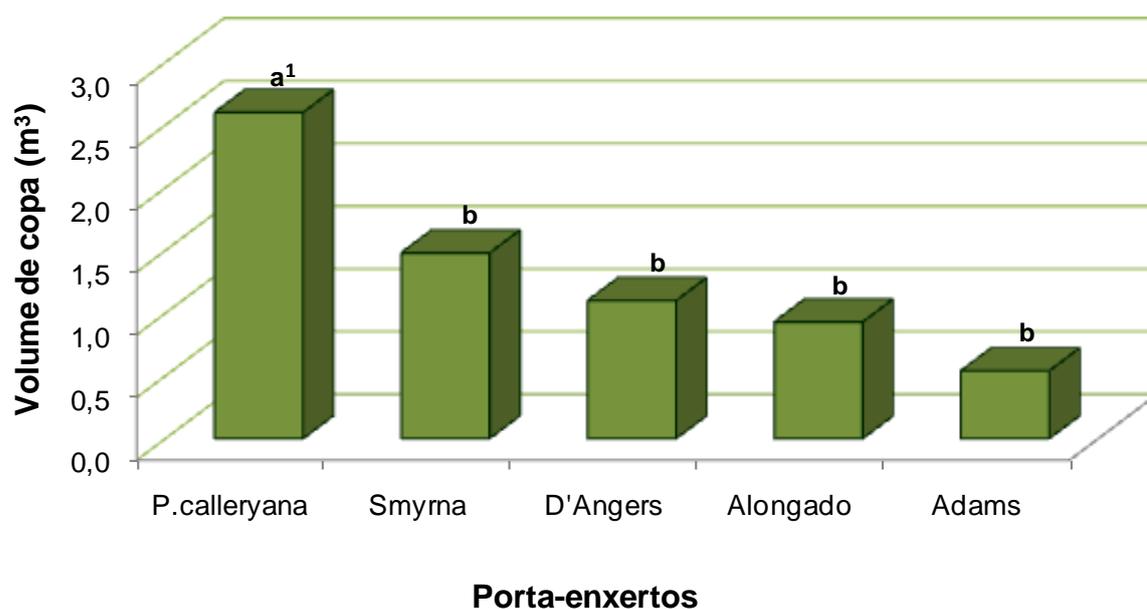


Figura 10 – Volume médio de copa de pereiras da cv. Packham's sobre diferentes porta-enxertos, nos anos de 2007/08 e 2008/09. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009.

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas para volume inicial e maiúsculas para volume final, diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de significância.

#### 4.1.3 Williams

Na Fig. 11, considera-se altura final de planta, fixando o porta-enxerto *P. calleryana* como o mais vigoroso (100%), com altura de 2,91m. Em geral, os marmeleiros testados para 'Williams' apresentaram uma redução média de 49% em vigor se comparado com o *P. calleryana*.

Os marmeleiros 'Champion' e 'Meliforme', destacaram-se significativamente entre os marmeleiros de maior vigor em altura (2,22 e 2,07m respectivamente) e volume de copa (ambos 2,21m<sup>3</sup>), observando-se uma redução média de altura de 26% e de volume de 70%, em relação ao uso de *P. calleryana* (Fig. 11, 12 e 13). 'BA29' e 'Du Lot' não diferenciaram entre si, apresentando alturas semelhantes.

Plantas sobre *P. calleryana* foram as mais vigorosas com relação a altura e a volume de copa. O 'MC' apresentou efeito mais ananizante entre os porta-enxertos marmeleiros de reduzido tamanho; porém não diferindo dos porta-enxertos 'De Patras', 'D'Vranja', 'Berreckzi', 'Smyrna' (Fig. 12).

Com relação ao volume de copa, observar-se na Fig. 13, três grupos distintos, considerando-se isoladamente como parte de um grupo o porta-enxerto de

pereira (*P. calleryana*) o qual induziu maior volume, seguido dos marmeleiros 'Champion', 'Du Lot' e 'Meliforme', como grupo intermediário; e por fim os porta-enxertos considerados, para esta cultivar, como os de menor crescimento cúbico ('De Patras', 'MC', 'Smyrna', 'D'Vranja', 'BA29' e 'Berreckzi').

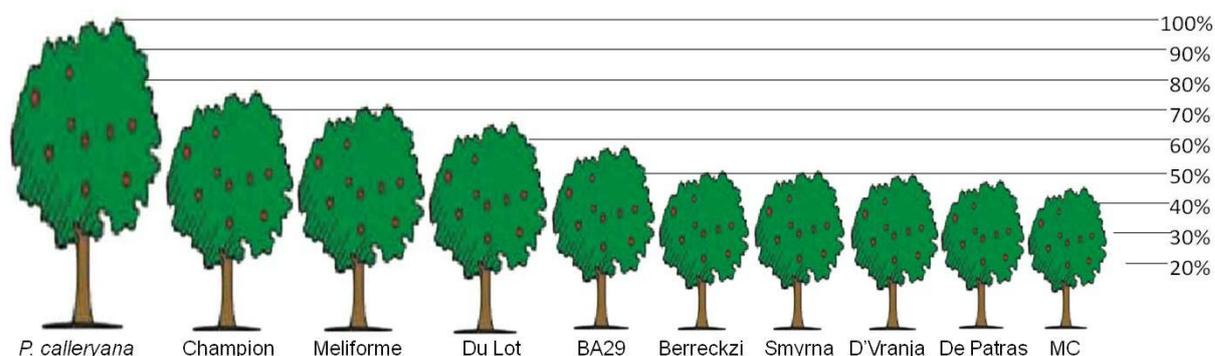


Figura 11 – Vigor comparativo (%) entre pereiras da cultivar Williams sobre o porta-enxerto *P. calleryana* (vigor 100%) e sobre diferentes porta-enxertos de marmeleiros, considerando altura de planta. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009.

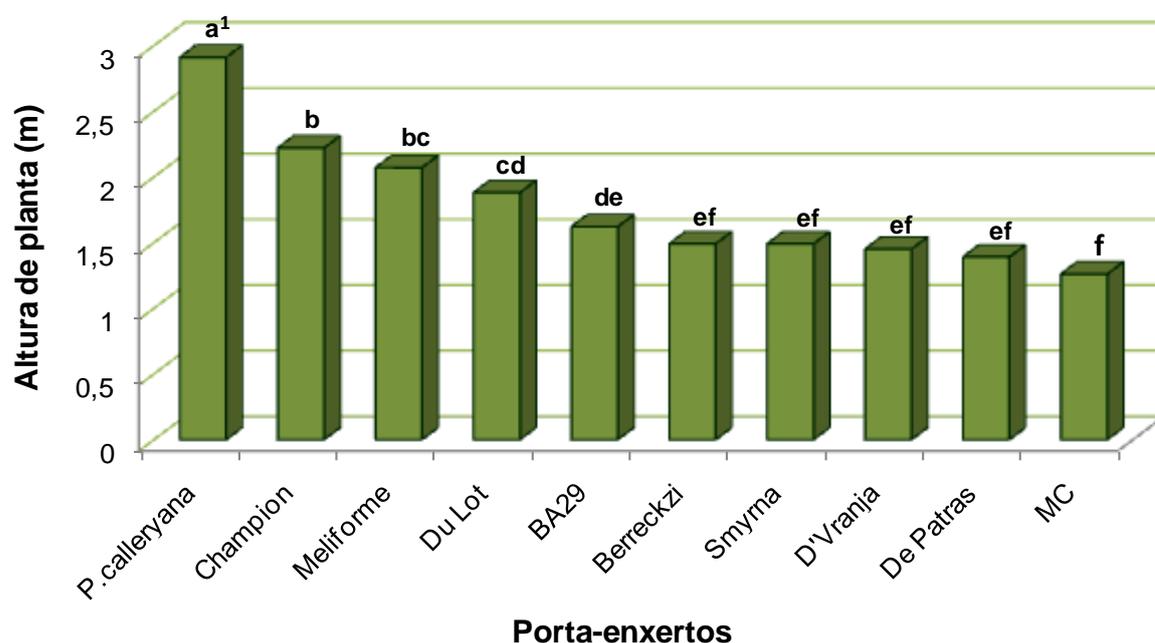


Figura 12 – Altura média de plantas de pereiras da cv. Williams sobre diferentes porta-enxertos, nos anos de 2007/08 e 2008/09. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009.

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas para altura inicial e maiúsculas para altura final, diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de significância.

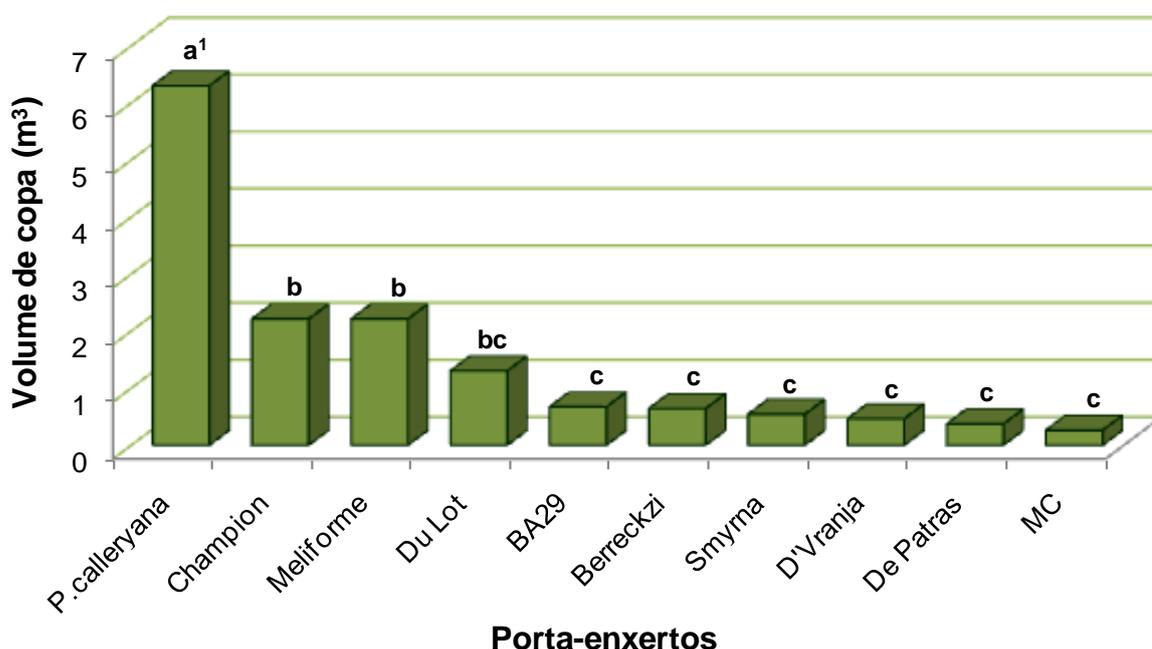


Figura 13 – Volume médio de copa de pereiras da cv. Williams sobre diferentes porta-enxertos, nos anos de 2007/08 e 2008/09. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009.

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas para volume inicial e maiúsculas para volume final, diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de significância.

## 4.2 Incremento de altura de planta e de tronco

### 4.2.1 Carrick

Plantas sobre ‘Adam’s’, ‘BA29’, ‘D’Vranja’, ‘Inta267’, ‘MC’, ‘Meliforme’ e ‘Portugal’ apresentaram menores valores, diferindo significativamente do porta-enxerto de pereira *P. calleryana* em relação a variável incremento de altura da planta (Tab. 4).

Para a variável incremento de diâmetro do tronco, observou-se menores valores nas plantas sobre ‘Portugal’ e ‘Du Lot’, diferindo estatisticamente apenas dos porta-enxertos ‘Inta267’ e *P. calleryana* (Tab. 4).

Em geral, com ‘MC’ e ‘Portugal’ se obteve um dos menores incrementos de altura planta e de diâmetro de tronco (Tab. 4). Os baixos valores observados de incrementos podem ser relacionados a maior quantidade de frutos observados em plantas desta cultivar sobre estes porta-enxertos (dados de produção não apresentados). Neste caso, parte dos fotoassimilados podem ter sido destinados

para a formação e crescimento do fruto, conseqüentemente, ocasionando menor incremento da parte vegetativa.

O marmeleiro 'MC' possui efeito ananizante principalmente devido a sua influência em precocidade e produção. Ainda no viveiro, esse porta-enxerto apresenta fácil enraizamento e crescimento intenso. Quando enxertados com outras cultivares, estas crescem vigorosamente nos primeiros anos, sendo seu crescimento controlado a seguir pela sua precoce entrada em produção (PARRY, 1972).

Considerando-se como fator o ponto de medida do diâmetro do tronco (abaixo, ponto e acima do ponto de enxertia), não houve diferenças significativas de incremento de tronco de um ciclo para outro, havendo similaridade de expansão de tronco entre as partes enxertadas e entre todos os porta-enxertos testados (Apêndice 2). No entanto, observando-se o ponto de enxertia entre 'Adam's', 'Portugal' e/ou 'MC' com esta cultivar, comprova-se que, no sexto e sétimo ano, o crescimento do ponto de enxertia já tinha ultrapassado em expansão o tronco acima e abaixo do mesmo. Portanto, há a necessidade de uma observação cautelosa do crescimento diamétrico do tronco acompanhado desde o início do desenvolvimento, confirmando assim, a influência de fatores extrínsecos ou intrínsecos sobre esse supercrescimento no ponto de enxertia (Tab. 17).

Tabela 4 – Incremento médio de altura de planta dos ciclos vegetativos de 2007/08 e 2008/09 (Ago/Fev) e incremento médio anual do diâmetro do tronco (abaixo, ponto e acima) de pereiras da cv. Carrick sobre diferentes porta-enxertos. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009.

<b>Porta-enxerto</b>	<b>Incremento de planta (cm)</b>	<b>Incremento de tronco (mm)</b>
<b><i>P.calleryana</i></b>	56,61 a	14,74 ab
<b>Champion</b>	47,67 ab	12,27 abc
<b>Berreckzi</b>	36,39 abc	11,77 abc
<b>Pineapple</b>	34,33 abcd	12,13 abc
<b>Du Lot</b>	33,22 abcd	8,84 c
<b>Alaranjado</b>	32,89 abcd	11,26 abc
<b>D'Vranja</b>	29,72 bcd	13,29 abc
<b>Meliforme</b>	27,11 bcd	10,95 abc
<b>BA29</b>	26,50 cd	12,39 abc
<b>Adams</b>	26,22 bcd <sup>1</sup>	11,39 abc
<b>Inta267</b>	24,67 cd	16,22 a
<b>Portugal</b>	19,89 cd	8,19 c
<b>MC</b>	16,56 d	9,58 bc
<b>Média</b>	<b>31,68</b>	<b>11,77</b>

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de significância.

O incremento de altura de planta em cada ciclo vegetativo foi superior em 2007/08 para esta cultivar (Tab 5.). De acordo com os dados climatológicos do local do experimento (Anexo 4 – Fig. 1), pode-se verificar que durante o ciclo vegetativo de 2007/08, a temperatura foi um pouco superior a 2008/09, principalmente durante os meses de dezembro, janeiro e fevereiro, pressupondo que esta condição tenha proporcionado tal incremento na altura da planta.

Tabela 5 – Teste de médias (Tukey,  $p \leq 0,05$ ) para o efeito do ano incremento de altura de planta de pereiras da cv. Carrick. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009.

Ciclo	Incremento de planta (cm)
2007/08	36,52 a <sup>1</sup>
2008/09	26,83 b
<i>Média</i>	31,68

<sup>1</sup>Valores seguidos da mesma letra não apresentam diferença significativa.

#### 4.2.2 Packham's

Não houve diferença significativa para incremento de altura de planta entre os porta-enxertos testados. As plantas cresceram em média 31,27cm em cada ciclo vegetativo.

D'Angers foi o porta-enxerto que diferiu dos demais, obtendo maior incremento de diâmetro do tronco de um ano para outro (Tab. 6).

Tabela 6 – Incremento médio de altura de planta dos ciclos vegetativos de 2007/08 e 2008/09 (Ago/Fev) e incremento médio anual do diâmetro do tronco (abaixo, ponto e acima) de pereiras da cv. Packham's sobre diferentes porta-enxertos. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009.

Porta-enxerto	Incremento de tronco (mm)
<b>D'Angers</b>	14,55 a <sup>1</sup>
<b><i>P.calleryana</i></b>	10,37 b
<b>Alongado</b>	9,11 b
<b>Smyrna</b>	6,44 b
<i>Média</i>	9,64

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de significância.

O incremento de altura de planta em cada ciclo vegetativo foi superior em 2007/08 para esta cultivar (Tab. 7). De acordo com os dados climatológicos do local

do experimento (Anexo 4 – Fig. 1), pode-se verificar que durante o ciclo vegetativo de 2007/08, a temperatura foi um pouco superior a 2008/09, principalmente durante os meses de dezembro, janeiro e fevereiro, pressupondo que esta condição tenha proporcionado tal incremento na altura da planta.

Tabela 7 – Teste de médias (Tukey,  $p \leq 0,05$ ) para o efeito do ano incremento de altura de planta de pereiras da cv. Packham's. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009.

Ciclo	Incremento de planta (cm)
2007/08	34,89 a <sup>1</sup>
2008/09	27,66 b
<i>Média</i>	31,27

<sup>1</sup>Valores seguidos da mesma letra não apresentam diferença significativa.

Considerando-se como fator o ponto de medida do diâmetro do tronco (abaixo, ponto e acima do ponto de enxertia), o crescimento do ponto de enxertia foi maior com relação ao tronco do porta-enxerto e da copa (Tab. 8).

De fato, observa-se que em geral, houve um crescimento do ponto de enxertia, avaliado pelo diâmetro, mas que não chegou a prejudicar o crescimento vegetativo da planta (Fig 15 e 18). Pressupõe-se que, se essa diferença de incremento possa permanecer e/ou acentuar-se no decorrer dos anos, tardiamente será visível a incompatibilidade de enxertia entre estas combinações, descrita como incompatibilidade a longo prazo.

Tabela 8 – Incremento médio anual de diâmetro do tronco abaixo, no ponto e acima do ponto de enxertia. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009.

Ponto de medida	Incremento de tronco (mm)
<b>Abaixo</b>	8,76 b <sup>1</sup>
<b>Ponto</b>	12,02 a
<b>Acima</b>	8,13 b
<i>Média</i>	9,64

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de significância.

#### 4.2.3 Williams

O porta-enxerto *P. calleryana*, seguido dos marmeleiros 'Du Lot' e 'Champion' proporcionaram os maiores incrementos no crescimento das plantas nos

ciclos vegetativos, diferindo apenas do 'MC', o qual apresentou menor incremento de planta. Em geral, observa-se, nas variáveis avaliadas para esta cultivar, que o porta-enxerto 'MC' mostrou-se incompatível dentre os demais, demonstrando também menor incremento diamétrico de tronco, apesar de não diferenciar de 'D'Vranja', 'De Patras', 'Berreckzi', 'Smyrna' e 'BA29' (Tab. 9).

Tabela 9 – Incremento médio de altura de planta dos ciclos vegetativos de 2007/08 e 2008/09 (Ago/Fev) e incremento médio anual do diâmetro do tronco (abaixo, ponto e acima) de pereiras da cv. Williams sobre diferentes porta-enxertos. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009.

<b>Porta-enxerto</b>	<b>Incremento de planta (cm)</b>	<b>Incremento de tronco (mm)</b>
<b><i>P.calleryana</i></b>	65,89 a <sup>1</sup>	10,85 ab
<b>Du Lot</b>	39,72 ab	11,82 a
<b>Champion</b>	38,61 ab	10,21 ab
<b>BA29</b>	31,22 bc	9,25 abc
<b>D'Patras</b>	30,44 bc	7,57 abc
<b>Smyrna</b>	29,94 bc	8,16 abc
<b>D'Vranja</b>	26,56 bc	6,02 bc
<b>Berreckzi</b>	25,72 bc	7,60 abc
<b>Meliforme</b>	25,28 bc	10,42 ab
<b>MC</b>	15,11 c	4,06 c
<b>Média</b>	<b>34,92</b>	<b>8,60</b>

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de significância.

O incremento de altura de planta em cada ciclo vegetativo foi superior em 2007/08 para esta cultivar (Tab. 10). De acordo com os dados climatológicos do local do experimento (Anexo 4 – Fig. 1), pode-se verificar que durante o ciclo vegetativo de 2007/08, a temperatura foi um pouco superior a 2008/09, principalmente durante os meses de dezembro, janeiro e fevereiro, pressupondo que esta condição tenha proporcionado tal incremento na altura da planta.

Tabela 10 – Teste de médias (Tukey,  $p \leq 0,05$ ) para o efeito do ano incremento de altura de planta de pereiras da cv. Williams. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009.

<b>Ciclo</b>	<b>Incremento de planta (cm)</b>
2007/08	38,12 a <sup>1</sup>
2008/09	27,58 b
<b>Média</b>	<b>32,85</b>

<sup>1</sup>Valores seguidos da mesma letra não apresentam diferença significativa.

Considerando-se como fator o ponto de medida do diâmetro do tronco (abaixo, ponto e acima do ponto de enxertia), não houve diferenças significativas de incremento de tronco de um ciclo para outro, havendo similaridade de expansão de tronco entre as partes enxertadas e entre todos os porta-enxertos testados (Apêndice 8).

### 4.3 Massa verde da poda

#### 4.3.1 Carrick

O porta-enxerto *P. calleryana* proporcionou maior crescimento de ramos em relação aos demais porta-enxertos, ao passo que, 'Champion', 'BA29', 'Portugal', 'Inta267' e 'Berreckzi' apresentaram-se intermediários com a mesma quantidade de massa verde, diferindo estatisticamente do 'Du Lot' e *P. calleryana*, que apresentou menor quantidade de material verde podado (Tab. 11).

Tabela 11 – Massa verde média da poda de pereiras da cv. Carrick sobre diferentes porta-enxertos, dos ciclos de 2007/08 e 2008/09. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009.

Porta-enxerto	Massa verde de poda (g.planta <sup>-1</sup> )
<i>P. calleryana</i>	2500 a <sup>1</sup>
D'Vranja	620 b
Champion	450 bc
BA29	440 bc
Inta267	440 bc
Portugal	440 bc
Berreckzi	430 bc
MC	340 bcd
Pineapple	330 bcd
Adams	300 cd
Alaranjado	300 bcd
Meliforme	200 cd
Du Lot	140 d
<b>Média</b>	<b>530</b>

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de significância.

### 4.3.2 Packham's

De acordo com os valores apresentados na Tab. 12, o porta-enxerto 'Adam's' apresentou a menor massa verde de poda, em relação as demais.

Tabela 12 – Massa verde média da poda de pereiras da cv. Packham's sobre diferentes porta-enxertos, durante os ciclos de 2007/08 e 2008/09. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009.

Porta-enxerto	Massa verde de poda (g.planta <sup>-1</sup> )
<i>P.calleryana</i>	950 a <sup>1</sup>
Smyrna	880 a
Alongado	550 a
D'Angers	420 a
Adams	110 b
<b>Média</b>	<b>580</b>

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de significância.

### 4.3.3 Williams

O porta-enxerto *P. calleryana*, descrito por ser altamente vigoroso quando comparado com os porta-enxertos de marmeleiros, confirmou a sua maior necessidade de poda verde da cultivar copa, diferindo dos demais porta-enxertos. Entre os marmeleiros, 'Meliforme', 'Champion', Du 'Lot', 'BA29', 'Berreckzi', 'Smyrna' e 'D'Vranja' apresentaram-se intermediários e não diferiram entre si para os valores de massa verde. A poda foi consideravelmente menor quando utilizado 'MC', não diferindo dos porta-enxertos 'De Patras', 'D'Vranja', 'Smyrna', 'Berreckzi' e 'BA29' (Tab. 13).

Tabela 13 – Massa verde média da poda de pereiras da cv. Williams sobre diferentes porta-enxertos, durante os ciclos de 2007/08 e 2008/09. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009.

<b>Porta-enxerto</b>	<b>Massa verde de poda (g.planta<sup>-1</sup>)</b>
<b><i>P.calleryana</i></b>	5.481 a <sup>1</sup>
<b>Meliforme</b>	1.018 b
<b>Champion</b>	960 b
<b>Du Lot</b>	930 b
<b>BA29</b>	571 bc
<b>Berreckzi</b>	486 bc
<b>Smyrna</b>	393 bc
<b>D'Vranja</b>	349 bc
<b>De Patras</b>	168 c
<b>MC</b>	66 c
<b><i>Média</i></b>	<b>1.040</b>

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de significância.

#### 4.4 Área foliar específica

Porta-enxertos vigorosos influenciam diretamente na interceptação de luz, pois há aumento da sobreposição e do sombreamento das folhas. Devido a competição por luz, ocorre um maior gasto de energia em processos de crescimento celular e menor translocação de açúcares para os frutos (ORT e BAKER, 1988).

##### 4.4.1 Carrick

O porta-enxerto 'Berreckzi' diferiu estatisticamente do 'Portugal', por apresentar maior expansão foliar por unidade de peso. Os demais porta-enxertos mostraram-se intermediários entre os mesmos (Tab. 14).

Tabela 14 – Área foliar específica média de pereiras da cv. Carrick sobre diferentes porta-enxertos, durante os ciclos de 2007/08 e 2008/09. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009.

Porta-enxerto	Área foliar específica (cm <sup>2</sup> .g <sup>-1</sup> )
<b>Berreckzi</b>	73,45 a <sup>1</sup>
<b><i>P. calleryana</i></b>	73,11 ab
<b>Dvranja</b>	72,67 ab
<b>Pineapple</b>	72,59 ab
<b>Inta267</b>	72,40 ab
<b>BA29</b>	69,57 ab
<b>Meliforme</b>	69,48 ab
<b>Du Lot</b>	68,98 ab
<b>Champion</b>	68,18 ab
<b>Adams</b>	67,94 ab
<b>Alaranjado</b>	67,85 ab
<b>MC</b>	66,63 ab
<b>Portugal</b>	65,72 b
<b>Média</b>	69,89

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na linha e minúsculas na coluna diferem entre si, pelo Teste Tukey, a 5% de significância,

#### 4.4.2 Packham's

Para esta cultivar houve uma variação das respostas dos porta-enxertos em relação a área foliar específica, dependente do ciclo. *P. calleryana* foi o porta-enxerto que mais respondeu a essa diferença. Em 2007/08, este, estatisticamente, induziu a formação de folhas com maior área específica, não diferindo de 'Alongado' e 'Smyrna', e ao contrário em 2008/09, apresentou a menor área foliar específica entre os porta-enxertos, não diferindo de 'Adam's' e 'D'Angers' (Tab. 15).

Tabela 15 – Área foliar específica média de pereiras da cv. Packham's sobre diferentes porta-enxertos, em função do ano. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009.

Porta-enxerto	Área foliar específica (cm <sup>2</sup> .g <sup>-1</sup> )	
	2007/08	2008/09
<b><i>P.calleryana</i></b>	85,44 a <sup>1</sup> A	60,82 b B
<b>Alongado</b>	79,67 ab A	69,53 a B
<b>D'Angers</b>	79,34 ab A	64,37 ab B
<b>Adams</b>	76,26 b A	61,61 b B
<b>Smyrna</b>	72,52 b A	71,14 a A
<b>Média</b>	78,65 A	65,49 B

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de significância.

#### 4.4.3 Williams

O porta-enxerto de pereira *P. calleryana* e o marmeleiro 'Champion' induziram em maior área foliar específica, não diferenciando estatisticamente dos marmeleiros 'De Patras', 'Du Lot', 'Meliforme' e 'Berreckzi'. Folhas de pereiras sobre 'BA29', com menores áreas específicas, diferiram de *P. calleryana*, 'Champion', 'De Patras' e 'Du Lot' (Tab. 16).

Tabela 16 – Área foliar específica média de pereiras da cv. Williams sobre diferentes porta-enxertos, durante os ciclos de 2007/08 e 2008/09. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009.

Porta-enxerto	Área foliar específica (cm <sup>2</sup> .g <sup>-1</sup> )
<i>P.calleryana</i>	81,47 a <sup>1</sup>
Champion	78,81 a
De Patras	77,53 ab
Du Lot	76,00 abc
Meliforme	75,35 abcd
Berreckzi	74,51 abcd
D'Vranja	70,80 bcd
MC	69,87 cd
Smyrna	69,86 cd
BA29	68,43 d
<b>Média</b>	<b>74,26</b>

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de significância.

#### 4.5 Diâmetro de Tronco versus incompatibilidade

O diâmetro do ponto de enxertia pode representar uma soldadura regular entre o enxerto e o porta-enxerto, este diâmetro normalmente é um pouco maior que do porta-enxerto, pela lignificação dos tecidos na união (HARTMANN e KESTER, 1975).

Observa-se que, com relação ao diâmetro de tronco do porta-enxerto *P. calleryana* (medidas a 5cm abaixo do ponto de enxertia), sobre as três cultivares testadas (Carrick, Packham's e Williams), houve um ligeiro acréscimo do diâmetro de tronco da copa, mesmo, algumas vezes não significativos em relação ao tronco do mesmo (Tab. 17, 18 e 19). Kobel (1931) (apud ZECCA, 1995) considera os

engrossamentos na porção da copa, acima da união, devido principalmente, à obstrução dos vasos ao transporte de carboidratos pelo floema, o que também é causado em parte, pela proliferação resultante da união dos dois tecidos. Entretanto, apesar dessa observação, o porta-enxerto *P. calleryana* apresenta boa compatibilidade vegetativa com todas as cultivares, não havendo interferência desse engrossamento no desenvolvimento da parte superior da planta (Fig. 17, 18 e 19).

Embora seja verdade que protuberâncias se desenvolvam acima da união de enxertia seguidas de descontinuidade vascular, diferenças genéticas entre porta-enxerto e enxerto também podem influenciar no supercrescimento, como por exemplo, a cv. de pereira Comice a qual sempre apresenta diâmetro maior de tronco, independente do porta-enxerto utilizado (compatível ou incompatível) (WESTWOOD, 1988).

A incompatibilidade (copa/porta-enxerto) até certo ponto, é considerada positiva e/ou desejada, pois com ela ocorre uma redução de vigor da cultivar copa, quando esta redução é almejada. No entanto, essa característica se torna negativa quando afeta o real desenvolvimento da planta, o qual muitas vezes impede a planta de mostrar seu potencial de desenvolvimento e produção.

#### 4.5.1 Carrick

O porta-enxerto *P.calleryana* proporcionou maior diâmetro de tronco a cv. Carrick (acima do ponto de enxertia), não diferindo de 'Inta267', 'D'Vranja', 'Portugal' e 'BA29'. 'Du Lot' e 'Alaranjado' induziram aos menores diâmetros de tronco (Tab. 17), além de plantas anãs ou pouco volumosas (Fig. 6 e 7, respectivamente). 'Adams', 'Berreckzi', 'Champion' e 'Meliforme', apresentaram diâmetros de tronco similares, porém não diferiram de 'Du Lot' e 'Alaranjado' (Tab. 17).

Plantas da 'Carrick' sobre 'Du Lot', além de apresentarem um dos menores diâmetros de tronco tanto abaixo como acima do ponto de enxertia (Tab. 17), foram em geral, entre todos os porta-enxertos testados, menores em altura (1,56m), volume de copa (0,37m<sup>3</sup>) e quantidade de massa verde podada (140g.planta<sup>-1</sup>).

'Du Lot' apresentou, aparentemente (Fig. 14) e estatisticamente (Tab. 17) diâmetros similares nos três pontos de medidas, sem crescimento excessivo na união do enxerto; no entanto, devido às características já apresentadas e discutidas acima, pode ser considerado como um porta-enxerto incompatível para a cv. Carrick

devido ao fraco crescimento vegetativo (Fig. 17). O uso do porta-enxerto 'Berreckzi', também apresentou crescimento homogêneo nos três pontos de medidas (Tab. 16; Fig. 14), apresentando crescimento vegetativo normal (Fig. 17).

Desta forma, pressupõe-se que nem sempre a incompatibilidade entre porta-enxerto e enxerto, é verificada individualmente com a suberização acentuada do ponto de enxertia, porém, isso não exclui sua mensuração e observação concomitantemente a outras variáveis. Esses resultados corroboram com os de Amos et al. (1936) (estudando pereiras sobre macieiras, e vice versa) e Bradford e Simon (1929) (estudando ameixeiras, pereiras, pessegueiros, cerejeiras e macieiras), onde verificaram que não houve relação entre as combinações incompatíveis com o engrossamento da união da enxertia.

A diferença de diâmetros entre as partes enxertadas, quando utilizado o porta-enxerto marmeleiro 'Adams', 'MC' e 'Portugal', demonstrou maior engrossamento no ponto de enxertia (Tab. 17; Fig. 14). Giacobbo et al. (2007) estudando o grau de incompatibilidade entre o marmeleiro 'MC' com as cultivares de pereira Carrick, Seleta e Cascatense até o terceiro ano de enxertia, observaram que, somente plantas da cv. 'Cascatense' demonstraram hipertrofia acentuada no ponto da enxertia, e que, 'Carrick' e 'Seleta' não demonstraram incompatibilidade. Através dos resultados previamente publicados e, com base nos obtidos neste trabalho, pode-se constatar que, dados conclusivos só podem ser obtidos após longo período de pesquisa, considerando outros aspectos físicos da planta (como desenvolvimento vegetativo e produtivo). Neste específico caso, o engrossamento no ponto de enxertia foi aparentemente evidente somente após sete anos do plantio.

A região da enxertia pode, muitas vezes, funcionar como região seletiva, dificultando o transporte de macro e de micro nutrientes da raiz para a parte aérea; outras vezes, impede ou interfere na translocação dos compostos orgânicos elaborados pelo enxerto para o porta-enxerto e sistema radicular (Simão, 1998). Segundo Valli (2002) uma leve hipertrofia, nem sempre é sintoma de incompatibilidade, e que essa formação do calo no ponto de enxertia, Moore (1983) explica como sendo eventos passivos que não implicam no reconhecimento celular e que se explicam como uma reorganização citoplasmática e como deposição de material.

Outra hipótese para a ocorrência do crescimento no ponto de enxertia, apresentada por Ryugo (1993), é que, o câmbio do porta-enxerto e da copa,

possuindo diferentes taxas de divisão celular, podem diferir na velocidade de formação do xilema e floema. No entanto, como discutido acima, para variável incremento de tronco, os três pontos de medidas, em todos os porta-enxertos testados para esta cultivar, não diferiram estatisticamente com relação aos incrementos diamétricos de tronco nos dois ciclos estudados (Apêndice 2); supondo-se que, o maior incremento do ponto de enxertia, ocorrido entre esta cultivar e os três porta-enxertos de marmeleiros ('Adams', 'MC' e 'Portugal'), pode ter ocorrido em alguma fase de crescimento, anterior a esses.

A descontinuidade do floema na união de certas combinações incompatíveis está grandemente associada com o nanismo, ocorrendo efeito recíproco, onde o porta-enxerto é pouco vigoroso e torna a copa anã (Bradford e Sitton, 1929). Da mesma forma que o engrossamento na união do enxerto, o nanismo das plantas não deve ser considerado como um fator e/ou sintoma isolado de incompatibilidade, se o mesmo vier acompanhado com desenvolvimento sadio, precocidade e alto rendimento de produção. Deve haver uma distinção entre nanismo devido à influência do porta-enxerto e nanismo devido a distúrbios funcionais na união do enxerto associados com incompatibilidade. Os porta-enxertos 'MC' e 'Portugal' são casos típicos onde ocorreu hipertrofia acentuada no ponto de enxertia com certo decréscimo de vigor; todavia, até os sete anos de idade, as plantas enxertadas sobre estes porta-enxertos vêm demonstrando, visualmente, desenvolvimento normal (Fig. 17), vindo a produzir frutos de boa qualidade (dados não apresentados). Esta observação, no entanto, não possibilita afirmar que ambos porta-enxertos podem ser indicados como promissores para plantas de pereira, uma vez que estas observações são somente preliminares sobre o crescimento vegetativo, e há a necessidade de pesquisas futuras sobre o comportamento e influência destes porta-enxertos quando a cultivar alcançar seu máximo potencial produtivo.

Segundo literatura (MASSAI et al., 2008; MITCHAM e ELKINS, 2007; HAAK et al., 2006; PERAZZOLO, 2006; PALMER, 2002), entre os porta-enxertos marmeleiros, 'BA29' é mais vigoroso que 'MC'. De fato, para a cultivar Carrick, ocorreu o mesmo comportamento de vigor entre os mesmos, indicando, em geral, superioridade de 'BA29' sobre 'MC' em quase todas as variáveis avaliadas (Fig. 17).

Tabela 17 – Incompatibilidade de enxertia medida através do diâmetro do tronco abaixo do ponto de enxertia, no ponto e acima do ponto de enxertia de pereiras da cv. Carrick sobre diferentes porta-enxertos durante os ciclos de 2007/08 e 2008/09. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009.

Porta-enxerto	Diâmetro (mm) de tronco		
	Abaixo do ponto de enxertia	Ponto de enxertia	Acima do ponto de enxertia
D'Vranja	56,38 a <sup>1</sup> A	60,97 a A	47,47 abc B
Inta267	55,42 a AB	60,22 a A	48,37 ab B
BA29	50,10 ab AB	54,19 ab A	43,52 abc B
<i>P. calleryana</i>	46,18 abc B	58,59 ab A	51,62 a AB
Pineapple	44,82 bcd AB	48,18 bc A	39,74 bcd B
Portugal	44,78 bcd B	61,50 a A	45,51 abc B
MC	38,63 cde B	51,00 abc A	38,18 cd B
Meliforme	37,68 cde AB	40,72 cd A	35,54 de B
Berreckzi	37,01 cde A	40,80 cd A	32,38 de A
Champion	34,92 de AB	40,18 cd A	32,85 de B
Alaranjado	34,74 de AB	35,72 d A	28,16 e B
Adams	34,10 de B	42,15 cd A	30,81 de B
Du Lot	30,88 e A	32,49 d A	27,03 e A
<i>Média</i>	<i>41,97</i>	<i>48,21</i>	<i>38,32</i>

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de significância.

A Figura 14 demonstra o diâmetro de tronco e a interação de enxertia entre porta-enxerto e copa observado pelo ponto de enxertia, sendo as figuras, ordenadas pelo diâmetro de tronco da cultivar copa.



Figura 14 – Ordem decrescente do diâmetro de tronco (considerando medidas acima do ponto de enxertia) de pereiras da cv. Carrick sobre diferentes porta-enxertos, durante os ciclos de 2007/08 e 2008/09. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009.

Em relação ao fator ano, ocorreu diferença significativa entre os níveis para a variável diâmetro de tronco, sendo a média do diâmetro de tronco nas partes medidas superior no ciclo 2008/09 (48,82mm) e inferior no ciclo 2007/08 (36,85mm), como consequência normal do crescimento da planta.

#### 4.5.2 Packham's

Plantas de 'Packham's' sobre 'Adam's', além de apresentarem os menores diâmetros de tronco tanto abaixo como acima do ponto de enxertia (Tab. 18), tiveram significativamente, entre todos os porta-enxertos testados, menores quantidades de massa verde podada (110g); e, apesar de não diferirem dos porta-enxertos de marmeleiros 'Alongado', 'D'Angers' e Smyrna, em relação a altura e volume de copa, apresentaram ligeira diminuição nessas variáveis (1,64 e 0,54m,

respectivamente). Pode-se observar hipertrofia levemente acentuada no ponto de enxertia (Fig. 15), diferindo estatisticamente das partes enxertadas (porta-enxerto e copa). Todas essas variáveis associadas demonstram sintomas nítidos de incompatibilidade (Fig. 18).

O porta-enxerto ‘Smyrna’ apresentou diâmetro abaixo do ponto de enxertia significativamente maior que acima do ponto (cerca de 23%) (Tab. 18). Combinações na qual o porta-enxerto ultrapassa o crescimento da copa parecem estar relacionadas a alguma reação entre os dois componentes, pela qual a copa de alguma forma estimula o porta-enxerto para crescer mais rapidamente que o normal (ARGLES, 1937). No entanto, observando a Figura 18, este porta-enxerto não apresentou sintomas de incompatibilidade.

Tabela 18 – Incompatibilidade de enxertia medida através do diâmetro do tronco abaixo do ponto de enxertia, no ponto e acima do ponto de enxertia de pereiras da cv. Packham’s sobre diferentes porta-enxertos durante os ciclos de 2007/08 e 2008/09. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009.

Porta-enxerto	Diâmetro (mm) de tronco		
	Abaixo do ponto de enxertia	Ponto de enxertia	Acima do ponto de enxertia
Smyrna	54,58 a A	59,82 a A	41,89 a B
D’Angers	41,75 b B	52,00 ab A	38,42 ab B
Alongado	39,68 b AB	45,18 b A	32,00 b B
<i>P. calleryana</i>	35,59 b B	45,62 b A	39,62 ab AB
Adams	23,83 c B <sup>1</sup>	31,29 c A	22,37 c B
<i>Média</i>	<i>39,09</i>	<i>46,78</i>	<i>34,86</i>

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de significância.

A Figura 15 demonstra o diâmetro de tronco e a interação de enxertia entre porta-enxerto e copa observado pelo ponto de enxertia, sendo as figuras, ordenadas pelo diâmetro de tronco da cultivar copa.

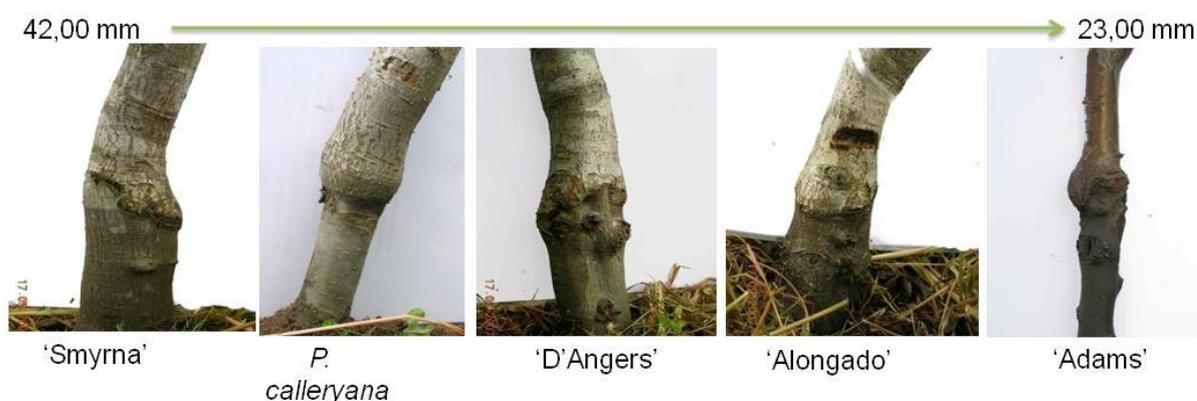


Figura 15 – Ordem decrescente do diâmetro de tronco (considerando medidas acima do ponto de enxertia) de pereiras da cv. Packham's sobre diferentes porta-enxertos, durante os ciclos de 2007/08 e 2008/09. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009.

Em relação ao fator ano, ocorreu diferença significativa entre os níveis para a variável diâmetro de tronco, sendo a média do diâmetro de tronco nas partes medidas superior no ciclo 2008/09 (45,06mm) e inferior no ciclo 2007/08 (35,43mm), como consequência normal do crescimento da planta.

#### 4.5.3 Williams

Os maiores diâmetros de tronco, da cultivar copa, foram obtidos com os porta-enxertos *P. calleryana*, 'Meliforme' e 'Champion', seguido do marmeleiro 'Du Lot', o qual diferiu apenas dos dois últimos (Tab. 19). Dentro desses, os marmeleiros 'Meliforme', 'Champion' e 'Du Lot', segundo todas as variáveis descritas acima para esta cultivar, apresentam-se compatíveis com a cv. 'Williams'; e mesmo proporcionando diâmetro de troncos similares a *P. calleryana*, (com exceção de 'Du Lot') (Tab. 19) apresentaram decréscimos de vigor significativos, em relação à altura, incremento, volume de copa e peso de poda, sem prejudicar o bom crescimento da planta (Fig. 19). Giacobbo (2006) estudando as mesmas combinações de pereiras e marmeleiros, já observava superioridade de vigor na maioria das variáveis avaliadas

(altura de planta, volume de copa, diâmetro de tronco, área foliar, matéria fresca) da cv. Williams, quando enxertada sobre 'Meliforme' e 'Champion', três anos após enxertia.

O crescimento no ponto de enxertia das cultivares Meliforme e Champion não afetou as características de crescimento da planta como visto acima (Tab. 19). Novamente, esses resultados entram em acordo com Bradford e Sitton (1929) que avaliando combinações entre pereiras e macieiras observaram que os maiores engrossamentos, também, se apresentaram nas combinações compatíveis.

Segundo Marangoni e Lorenzo (1997), a cv. Williams apresenta de média a boa afinidade com 'BA29 se estes forem livres de vírus e/ou com a presença de um interenxerto. Avaliando produtividade, Musacchi et al. (2002), observou que a cv. Sensation Red Bartlett (mutação de 'Williams') mostrou-se compatível com BA29 (através do desenvolvimento produtivo) se, somente, interenxertada com 'Beurré Hardy' e, ambos enxertados após um ano do plantio do porta-enxerto, pois ocorre um melhor favorecimento do seu sistema radicular. Na década de 90, em Caçador/SC, foi visualmente observado que a cv. Packham's Triumph sobre o porta-enxerto 'BA-29', apresentava plantas menos vigorosas, melhor floração e maior número de frutos/planta que quando enxertada sobre *P. calleryana*. (FAORO, 2001) Na Argentina, o uso de marmeleiro 'BA 29' induziu maior densidade de floração (número de corimbos por metro) e maior produtividade em 'Abate Fetel' (RODRÍGUEZ e CASTRO, 1998). Portanto, a compatibilidade é, em geral, dependente da cultivar utilizada.

Sobre a cv. Williams, o porta-enxerto 'MC' foi, entre todos os porta-enxertos, o que demonstrou menor diâmetro de tronco abaixo e, apesar de não diferir de 'De Patras' e D'Vranja, menor diâmetro acima (Tab. 19). No entanto, observa-se que nas outras variáveis do crescimento vegetativo, tais plantas mostraram alturas bastante reduzidas (cerca de 40% do tamanho do mais vigoroso, *Pyrus*), um dos menores volumes (redução de 94% do mais volumoso) com menor quantidade de ramos verde retirados pela poda (70g). Com relação a diferença de diâmetro, entre as partes enxertadas com o ponto de enxertia, 'MC' apresentou protuberância no ponto de enxertia (Tab. 19, Fig. 16). Variáveis estas, que conjuntamente observadas, demonstram alto grau de incompatibilidade entre a cv. Williams com o marmeleiro 'MC'. De acordo com Takeshi (2007), esta cultivar apresenta em torno de 95% de incompatibilidade com o marmeleiro MC. Webster (1998) relata que na Holanda,

usando a força de quebra no ponto de enxertia como medida, caracterizou 'MC' como incompatível com a cv. Williams.

VALLI (2002) sugere como uma das principais causas destas diferenças de diâmetro, a migração da seiva e diferentes coeficientes transpiratórios. O autor cita ainda que, essa diferença possa ser devido a substâncias tóxicas no ponto de enxertia, como exemplo, a hidrólise enzimática da prunasina, a qual provoca necrose nos vasos lenhosos.

Tabela 19 – Incompatibilidade de enxertia medida através do diâmetro do tronco abaixo do ponto de enxertia, no ponto e acima do ponto de enxertia de pereiras da cv. Williams sobre diferentes porta-enxertos durante os ciclos de 2007/08 e 2008/09. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009.

Porta-enxerto	Diâmetro (mm) de tronco		
	Abaixo do ponto de enxertia	Ponto de enxertia	Acima do ponto de enxertia
Meliforme	59,75 a B <sup>1</sup>	67,43 a A	49,38 ab C
Champion	55,13 ab B	62,60 ab A	48,06 ab C
Du Lot	51,50 ab A	56,00 b A	41,91 b B
<i>P. calleryana</i>	48,25 b B	58,50 ab A	51,46 a B
BA29	35,39 c AB	41,30 c A	30,16 c B
Smyrna	31,96 c AB	36,02 cd A	28,78 c B
Berreckzi	31,87 c AB	37,45 c A	28,30 c B
D'Vranja	29,75 c B	36,78 cd A	25,34 cd B
De Patras	28,29 c AB	30,83 cd A	23,20 cd B
MC	17,81 d B	26,80 d A	19,57 d B
<i>Média</i>	<i>38,97</i>	<i>45,37</i>	<i>34,62</i>

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de significância.

A Figura 16 demonstra o diâmetro de tronco e a interação de enxertia entre porta-enxerto e copa observado pelo ponto de enxertia, sendo as figuras, ordenadas pelo diâmetro de tronco da cultivar copa.



Figura 16 – Ordem decrescente do diâmetro de tronco (considerando medidas acima do ponto de enxertia) de pereiras da cv. Williams sobre diferentes porta-enxertos, durante os ciclos de 2007/08 e 2008/09. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009.

Em relação ao fator ano, ocorreu diferença significativa entre os níveis para a variável diâmetro de tronco, sendo a média do diâmetro de tronco nas partes medidas superior no ciclo 2008/09 (43,95mm) e inferior no ciclo 2007/08 (35,35mm), como consequência normal do crescimento da planta.

#### 4.6 Correlação de Pearson das características de crescimento

Os resultados da correlação entre todas as variáveis avaliadas, com exceção da variável incremento de tronco, de todas as cultivares e porta-enxertos, estão demonstradas na Tab. 20. Todas as correlações significativas foram positivas, ou seja, o aumento de uma variável correspondeu, de um modo geral, ao aumento da outra.

Em geral, as plantas mais altas tenderam a apresentar maiores: incrementos de altura, volumes de copa, diâmetros de tronco (abaixo, ponto e acima do ponto de enxertia), massa verde da poda e área foliar específica. O volume de copa apresentou correlação de elevada magnitude ( $r=0,84$ ) com altura de planta (Tab. 20).

Na produção moderna de espécies frutíferas, como exemplo pereiras e macieiras, têm-se buscado plantas menos vigorosas, não apenas devido a facilidade de manejo e nos tratamentos fitossanitários com redução de custos operacionais, mas também, devido a maior eficiência de partição de biomassa seca.

A análise presente não correlaciona resposta produtiva e vegetativa, porém, segundo Miller e Tworowski (2003), plantas muito vigorosas gastam grande porção de fotoassimilados na formação de estruturas de crescimento vegetativo, e muitas vezes, induzem a competição entre parte produtiva e vegetativa. Conjuntamente, o sombreamento causado pelo excesso de vigor causa efeito negativo sobre a indução de gemas florais e na qualidade do florescimento. Plantas com maior crescimento em altura ou volume somente são desejáveis desde que esta característica seja convertida em aumento de produtividade sem comprometer o custo de produção.

A área foliar específica (AFE) é um componente morfológico (área foliar) e anatômico da folha (espessura do mesófilo) (FLOS, 2008). Ela está relacionada à alocação de biomassa por unidade de área, à longevidade foliar e custo de construção das folhas; e pode ser utilizada para comparar possíveis estratégias adaptativas de espécies que coexistem em uma mesma comunidade, expressando-se em resposta à densidade populacional e às variações do meio ambiente (condições edafoclimáticas), como por exemplo, o aumento da área foliar pelo sombreamento é uma das maneiras da planta aumentar a superfície fotossintetizante, promovendo um aproveitamento maior das baixas intensidades luminosas (REICHARDT, 1996; TAIZ e ZEIGER, 2004). Verifica-se que, houve uma tendência de aumento da área foliar em plantas mais altas, com maior incremento de altura, maior volume de copa e massa verde, e que, mesmo apresentando baixos coeficientes de correlação, estes foram significativos (Tab. 20). Essas variáveis podem apresentar interferência direta no custo de mão-de-obra (maior necessidade de horas/planta, uso de escadas, etc) e, indireta na qualidade da planta, como maior competição entre parte vegetativa e produtiva por nutrientes, maior sombreamento

implicando no desenvolvimento de ramos frutíferos e na qualidade do fruto, menor eficiência na aplicação de defensivos e, conseqüentemente, maior índice de doenças, etc.

Hartmann e Kester (1975), associam a incompatibilidade com diferentes taxas de crescimento, sendo que, uma combinação (copa/porta-enxerto) que apresente diferenças marcantes em vigor ou época de início ou término do ciclo vegetativo na estação de crescimento, poderá apresentar incompatibilidade. Observa-se que, houve correlação significativa entre as variáveis incremento de altura de planta e diâmetro de tronco da cv. copa (medido acima do ponto de enxertia) (Tab. 20). Desta forma, supõe-se que, plantas muito vigorosas e que, apresentem maiores incrementos de crescimento dentro do ciclo vegetativo, poderão apresentar, numa certa idade da planta, maiores crescimento do tronco da copa em relação ao tronco do porta-enxerto, vindo causar incompatibilidade.

Segundo a análise estatística, houve efeito do ano sobre as variáveis incremento de altura e área foliar específica, sendo que nos anos que houveram maiores incrementos das plantas, estas também apresentaram folhas com maior área foliar específica (Tab. 14, 15 e 16). A correlação realizada entre essas duas variáveis justifica tal efeito, pois, plantas com maiores incrementos de altura tendem a apresentar maior área foliar específica (Tab. 20).

Tabela 20 – Coeficientes de correlação de Pearson entre variáveis em plantas de pereiras sobre diferentes porta-enxertos, durante os ciclos de 2007/08 e 2008/09.

Variáveis	Coeficientes de Correlação (r)						
	IA	VC	DTPE	DPM	DTC	MVP	AFE
AP	0.54056*	0.83470*	0.52935*	0.56068*	0.66496*	0.60144*	0.14961*
IA		0.41833*	0.05884ns	0.05204ns	0.11245*	0.34708*	0.21130*
VC			0.48150*	0.53817*	0.63955*	0.72926*	0.17169*
DTPE				0.90410*	0.88043*	0.31663*	- 0.02933ns
DPM					0.91668*	0.38670*	- 0.04321ns
DTC						0.47398*	- 0.01107ns
MVP							0.16729*

AP = altura de planta; IA = incremento de altura; VC = Volume de copa; DTPE = diâmetro de tronco do porta-enxerto; DPM = diâmetro do ponto de medida; DTC = diâmetro de tronco da copa; MVP = massa verde da poda; AFE = área foliar específica.

\* significativo a 0,1% de significância; ns – não significativo.

Altura de planta, volume de copa e massa verde da poda foram as variáveis que melhor se correlacionaram com as demais, sendo portanto, consideradas variáveis expressivas para expressar o vigor da planta. As Figuras 17, 18 e 19 demonstram o vigor de pereiras das cultivares Carrick, Packham's e Williams sobre

os diferentes porta-enxertos utilizados para cada cultivar, em ordem decrescente e ranqueados, portanto, a partir da percentagem média destas três variáveis, fixando 100% quando utilizado o porta-enxerto *P. calleryana*.

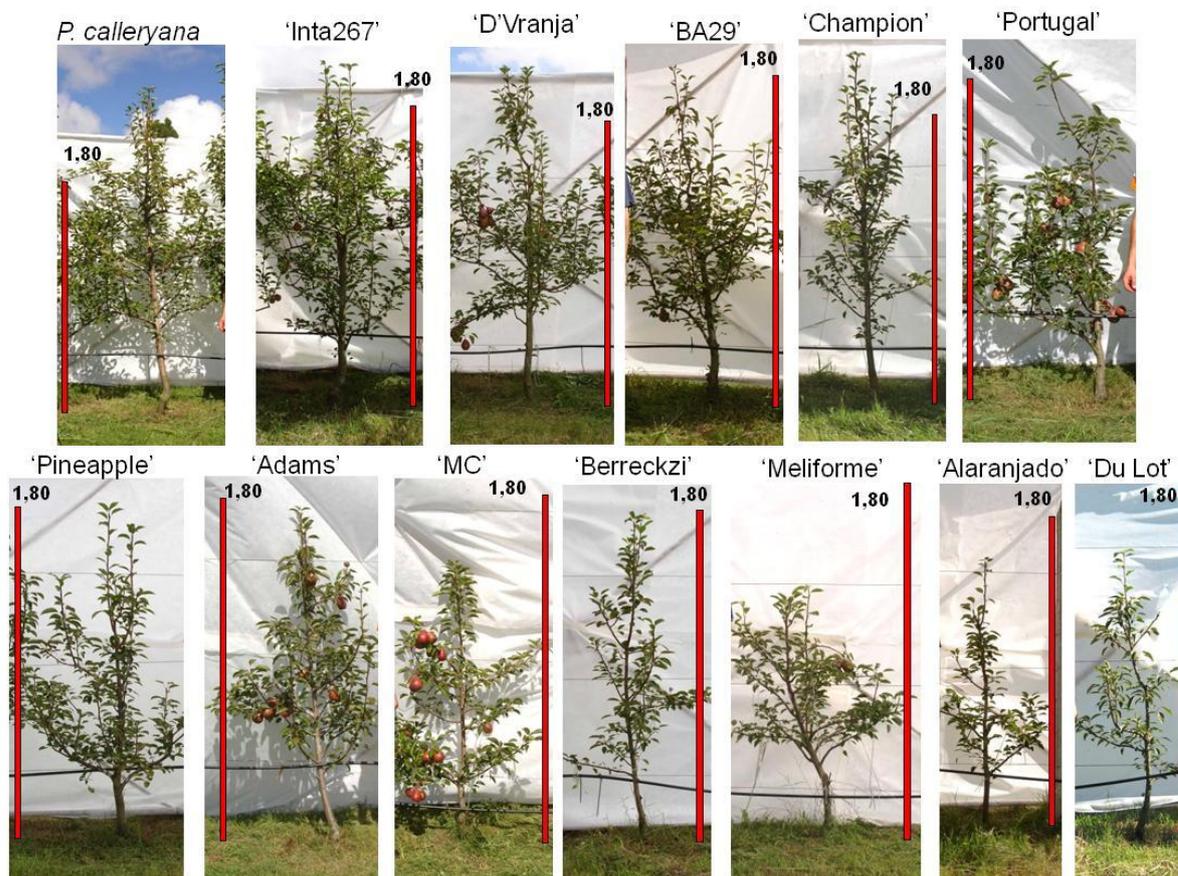


Figura 17 – Vigor comparativo entre pereiras 'Carrick' sobre os diferentes porta-enxertos utilizados (ordem decrescente). UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009.

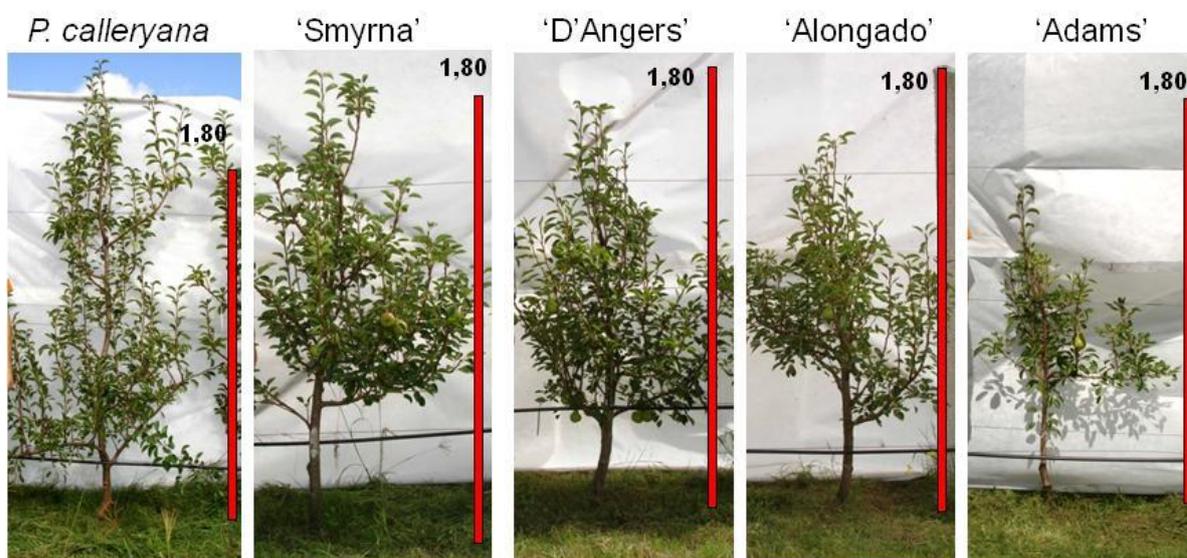


Figura 18 – Vigor comparativo entre pereiras 'Packham's' sobre os diferentes porta-enxertos utilizados (ordem decrescente). UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009.

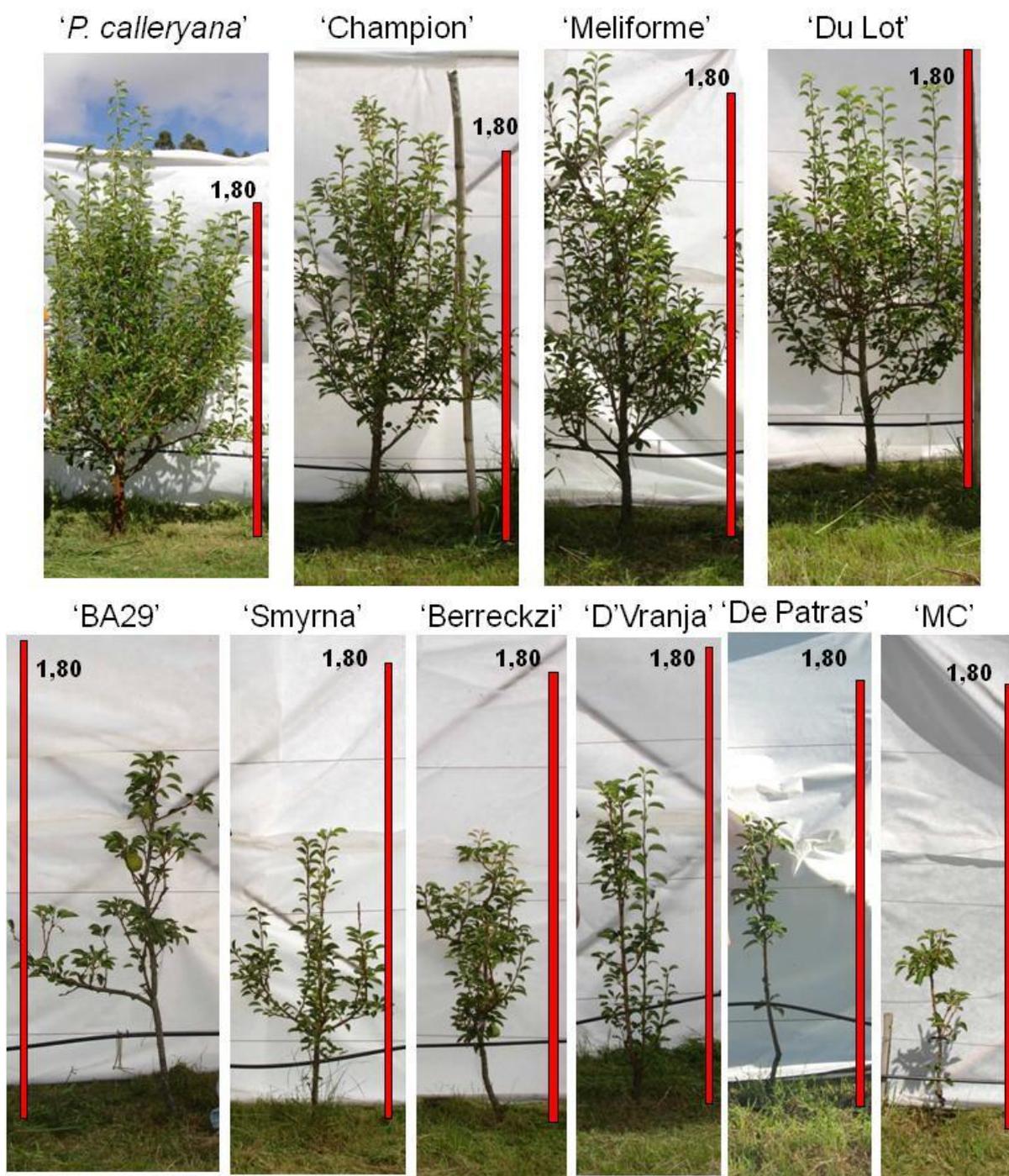


Figura 19 – Vigor comparativo entre pereiras 'Williams' sobre os diferentes porta-enxertos utilizados (ordem decrescente). UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009.

## 5 CONCLUSÕES

Com base nos resultados parciais obtidos, até o momento, nos experimentos, conclui-se que:

- 1) O porta-enxerto de pereira *Pyrus calleryana* mostrou-se superior em vigor se comparado com todos os marmeleiros estudados para todas as cultivares;
- 2) A incompatibilidade entre plantas não é definida, isoladamente, apenas pelo engrossamento na união de enxertia;
- 3) A observação e comparação conjunta das características da planta, devido a combinação copa/porta-enxerto é de fundamental importância para diagnosticar incompatibilidade.
- 4) A cultivar Carrick apresentou vigor reduzido (64% em relação a *P. calleryana*) e compatibilidade com os porta-enxertos de marmeleiros (em ordem decrescente de vigor): 'Inta267', 'D'Vranja', 'BA29', 'Champion', 'Portugal', 'Pineapple', 'Adams', 'MC', 'Berreckzi' e 'Meliforme'.
- 5) Os porta-enxertos 'Alaranjado' e 'Du Lot' foram incompatíveis com a cultivar Carrick;
- 6) A cultivar Packham's apresentou vigor reduzido (46,5% em relação a *P. calleryana*) e compatibilidade com os porta-enxertos de marmeleiros (em ordem decrescente de vigor): 'Smyrna', 'D'Angers' e 'Alongado'.
- 7) O porta-enxerto 'Adams' foi incompatível com a cultivar Packham's;
- 8) A cultivar Williams apresentou vigor reduzido (60,4% em relação a *P. calleryana*) e compatibilidade apenas com os porta-enxertos de marmeleiros (em ordem decrescente de vigor): 'Champion', 'Meliforme' e 'Du Lot'.

- 9) Os porta-enxertos 'BA29', 'Smyrna', 'Berreckzi', 'D'Vranja', 'De Patras' e 'MC' foram incompatíveis com a cultivar Williams.

## 6 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Os principais critérios de seleção de um porta-enxerto adaptado para a pereira, geralmente levam em conta o controle de vigor, boa compatibilidade com a cultivar copa, tolerância ao encharcamento e a seca, facilidade de propagação, aumento de produção, bom tamanho e qualidade do fruto, alta produtividade e resistência a geadas.

Ao decidir investir numa cultura frutífera, como a pereira, por exemplo, produtores devem considerar, cuidadosamente, o tipo de solo e as condições ambientais do pomar, e então, selecionar um porta-enxerto, cultivar e sistema de condução que melhor aproveite o potencial da planta. Porta-enxertos vigorosos apresentam melhor comportamento em áreas de solos fracos, em locais de replantio, e para cultivares de crescimento debilitado. Em solos férteis, induzem crescimento excessivo, mesmo utilizando cultivares pouco vigorosas, causando sombreamento e baixa produção, aumentando custos de mão-de-obra. Porta-enxertos menos vigorosos melhoram a penetração de luz e produtividade neste tipo de solo. Porta-enxertos que tendem reduzir altura e vigor e aumentar precocidade serão cada vez mais empregados em solos altamente férteis. Em relação as características edáficas do local desse estudo (textura média), o interessante seria trabalhar com porta-enxertos de marmeleiros mais vigorosos, ou então, porta-enxertos de pereiras menos vigorosos, visto que, marmeleiros se adaptam melhor a solos argilosos e pesados.

O desempenho do porta-enxerto é, indubitavelmente, influenciado pela escolha da cultivar copa, o método de propagação, qualidade do sistema radicular, condições ambientais do local de implantação do pomar, e do tipo de manejo (densidade de plantio, irrigação, poda, aplicação de hormônios, etc) (JOHNSON et al., 2005). Fator também considerado decisivo, para o desenvolvimento da planta de

pereira e para a obtenção de produções constantes ao longo dos anos, é a exigência climática.

Com relação as condições climáticas, a região Sul do Rio Grande do Sul apresenta, aproximadamente, 400 horas de frio ( $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$ ) e com inverno irregular. Sob este contexto, as três cultivares testadas: Carrick, Packham's e Williams, apresentando altas exigências em frio (800-1000 horas de frio), foram submetidas a um nível relevante de stress, uma vez que as mesmas tiveram que se adaptar as condições edafoclimáticas da região onde o experimento foi conduzido. As combinações (copa/porta-enxerto) que apresentaram crescimento normal e que se mostraram promissoras, podem supostamente melhorar seu desempenho em locais próprios para seu cultivo, enfatizando desta forma, a necessidade de se testar as combinações em diferentes locais e/ou regiões, monitorando detalhadamente todos os fatores citados acima, antes do lançamento de qualquer resultado definitivo.

A ocorrência de mudanças de comportamento devido a interação entre ambas as partes, enxerto e porta-enxerto são bastante visíveis não somente nas variáveis mensuradas neste experimento. O porta-enxerto atua sobre o enxerto alterando, como exemplo, em características vegetativas (vigor e altura), maturação e longevidade da planta, na produtividade, florescimento e época de maturação, qualidade de frutos, resistência a baixas temperaturas, susceptibilidade a doenças fúngicas e viróticas, absorção de nutrientes, etc. Faust (1989) descreve que o contraste, nas diferenças de vigor, é melhor visualizado quando as plantas são transferidas para o campo, entretanto, na fase de produção pode gerar dúvidas se a diferença observada é pela enxertia ou pela indução precoce da frutificação, onde os frutos podem alterar a fisiologia da planta, limitando o seu crescimento. Por isso, a quantificação de todas essas alterações através de um estudo detalhado sobre crescimento vegetativo e produção, este sendo o principal objetivo a ser alcançado, bem como suas interações e correlações são essenciais para afirmar os reais desempenhos de cada combinação.

Com relação a incompatibilidade, relacionando as altas temperaturas demonstradas pela região em estudo, Gur et al. (1968) relata que, apesar da incompatibilidade de enxertia ocorrida entre as cultivares de pereiras e porta-enxertos de marmeleiros ocorrer no mundo todo, este problema parece ser particularmente mais severo em regiões de clima quente, pois há uma maior

produção de prunasina, conseqüentemente alto teor de HCN, substância tóxica para as plantas.

Segundo Gur e Samish (1965), uma das explicações para o fenômeno de incompatibilidade na enxertia de plantas supõe-se que esteja relacionada com diferenças nas taxas de crescimento do tronco e estações de crescimento entre porta-enxerto e enxerto. Essas diferenças são a causa de pequenas rachaduras que ocorrem em certas estações, entre os tecidos xilêmicos do porta-enxerto e do enxerto. Neste estudo, avaliou-se apenas o incremento diamétrico do tronco de um ano para o outro. Um estudo detalhado e simultâneo do crescimento do tronco (copa e porta-enxerto), e da planta, desde o processo de enxertia, é necessário para comprovar se as taxas de crescimentos variam dentro das estações e, em que momento esses incrementos são mais significativos, para então, relacionar ao efeito da incompatibilidade.

A incompatibilidade, segundo Salaya (1999), pode ser relacionada à presença de algum tipo de vírus ou micoplasma existente em uma das duas partes que não é tolerada pela outra. Nenhuma planta estudada no local foi testada quanto a presença de vírus. Talvez, algum dos problemas relacionados aos sintomas de fraco desenvolvimento das plantas, apresentados por certas combinações deste estudo, estejam relacionados a viroses que, supostamente, estariam latentes nas plantas de pereira e, que após a enxertia com determinado porta-enxerto de marmeleiro, tenham se tornados ativos.

A otimização da redução do vigor da planta de pereira associado positivamente aos seus benefícios (redução dos custos operacionais como a poda, aumento da eficiência de defensivos químicos, aumento de produtividade e melhoria na qualidade de fruto devido a maior eficiência de partição de biomassa seca) pode ser alcançada integrando diversas estratégias alternativas, além do uso individual de porta-enxertos ananizantes. Asín et al. (2007), citam como opções agrônômicas para redução de vigor: déficit hídrico; poda radicular, incisão ou anelamento do tronco; poda de verão; uso de fitoreguladores como paclobutrazol e proexadione-Ca e porta-enxertos ananizantes (ASÍN et al., 2007).

As três cultivares de pereiras estudadas apresentaram problemas de incompatibilidade com marmeleiros. Segundo literatura (JACKSON, 2003), Williams é a cultivar que apresenta os mais sérios problemas. Apesar de não serem testados os mesmos porta-enxertos para todas as cultivares, esta cultivar foi compatível com

apenas três dos nove marmeleiros testados. 'Carrick' mostrou evidências de compatibilidade com os marmeleiros, sugerindo maiores estudos em relação ao seu uso como interenxerto, como forma de amenizar o problema.

O uso indiscriminado do marmeleiro como porta-enxerto e seus problemas relacionados à incompatibilidade, salientam a importância econômica que se tem em prever um meio confiável se certa combinação (copa/porta-enxerto) apresentará incompatibilidade ou não, durante todo ciclo útil da planta.

No futuro, mudanças no vigor intrínseco das cultivares poderão remover a necessidade de porta-enxertos ananizantes através do melhoramento de cultivares mais compactas ou modificando o vigor de cultivares já estabelecidas, por exemplo, através de mutagênese *in vitro*.

## 7 REFERÊNCIAS

ALONI, R. The induction of vascular tissues by auxin and cytokinin. In **Plant Hormones** Ed. DAVIES, P.J. Dordrecht: Kluwer. p.531-546, 1995.

AMOS, J.; HOBLYN, T.N.; GARNER, R.J.; AND WITT, A.W. Studies in incompatibility of stock and scion: In: **Annual Report of East Malling Research Station**. 1936. P.81-99.

ANDREWS P.K.; MARQUEZ C.S. Graft incompatibility. In: **Horticultural Reviews** Ed. JANICK, J. Wiley, New York, USA, v.15, p.183-232, 1993.

**ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA**. Santa Cruz do Sul: Gazeta, 136 p. 2007.

**ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA**. Santa Cruz do Sul: Gazeta, 134 p. 2008.

ARGENTA, G. et al. Parâmetros de planta como indicadores de nitrogênio na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 4, p. 519-527, 2002.

ARGLES, G. K. A review of the literature on stock-scion incompatibility in fruit trees, with particular reference to pome and stone fruits. **Imperial Bureau of Fruit Production**. Kent, Technical communication, n.9, 115p., 1937.

- ARZANI, K. The effect of european pear (*Pyrus communis* L.) and quince (*Cydonia oblonga* L.) seedling rootstocks on growth and performance of some asian pear (*Pyrus serotina* rehd.) cultivars. **Acta Horticulturae**. Zaragoza, Spain, n. 658, p.93-97, 2004.
- ASÍN, L.; ALEGRE, S.; MONTSERRAT, R. Effect of paclobutrazol, prohexadione-Ca, deficit irrigation, summer pruning and root pruning on shoot growth, yield, and return bloom, in a 'Blanquilla' pear orchard. **Scientia Horticulturae**, v.113, Issue 2, p.142-148, 2007.
- BRADFORD, F. C.; SITTON, B. G. Defective graft unions in the apple and the pear. Michigan, Agricultural Experiment Station. **Technical Bulletin**. n.99. 106p., 1929.
- BREEN, P.J. Cyanogenic glycosides and graft incompatibility between peach and plum. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.99, n.5: p.412-415. 1974.
- BUCHLOH, G. Verwachsung und Verwachsungsstörungen als Ausdruck des Affinitätsgrades bei Pfropfungen von Birnenvarietäten auf *Cydonia oblonga*. **Beiträge Biol.** n.37, p.184-240, 1962
- CABI/EPPO. **Distributions Maps of Plant Diseases**, n. 769, 1998.
- CAMPBELL, J. Pear Rootstocks. The State of New South Wales, **NSW Agriculture**. Agfact H4.1.15, 1.ed. 2003.
- COLOMBO, R. **Portinnesti del PERO, un modello vincente, 2003**. Disponível em: <<http://www.ermesagricoltura.it/rivista/2003/settembre/RA030972s.pdf>>. Acesso em: 12 nov. 2008.
- COMISSAO DE QUIMICA E FERTILIDADE DO SOLO (CQFS). **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Núcleo Regional Sul, 394p. 2004.

COPES, D.L. Isoenzyme activities differ in compatible and incompatible Douglas-fir graft unions. **Forest Science**. n.24(2), p.297-303, 1978.

COPES, D.L. Anatomical symptoms of graft incompatibility in *Pinus monticola* and *P. ponderosa*. **Silvae Genetica**. n.29(3-4), p.77-82, 1980a.

COPES, D.L. Development of internal graft incompatibility symptoms in *Pinus radiata* D. Don. **Nova Zelândia. Journal Forestry Science**. n.10, p.367—380. 1980b.

CRUZ, J.L.; COELHO, E.F.; PELACANI, C.R.; COELHO FILHO, M.A.; DIAS, A.T.; SANTOS, M.T. Crescimento e partição de matéria seca e de carbono no mamoeiro em resposta à nutrição nitrogenada. **Bragantia**, Campinas. v.63, n.3, p. 137-142, 2004.

DAVARYNEJAD, G.H.; SHAHRIARE, F.; HASSANPOUR, H. Identification of graft incompatibility of pear cultivars on quince rootstock by using isozymes banding pattern and starch, **Asian Journal of Plant Science**, n.7 (1), pp.109-112, 2008.

DECKERS, T.; SCHOOF, H. 2002. The world pear industry and research: present situation and future development of european pears (*Pyrus communis*). **Acta Horticulture**. Kurayoshi, Tottori, Japan, n.587, p.37-54.

DELOIRE, A.; HEBANT, C. Peroxidase activity and lignification at the interface between stock and scion of compatible and incompatible grafts of *Capsicum* on *Lycopersicum*. **Annals of Botany**, n.49, p.887–891. 1982.

DICKISON, W.C. **Integrative plant anatomy**.: Hartcourt: Academy Press, 533p., 2000.

DIGBY, J.; WAREING, P.F. The relationship between endogenous hormone levels in the plant and seasonal aspects of cambial activity. **Annals of Botany**, N.S. n.30, p.607-622, 1966.

ERMEL, F.F.; POËSSEL, J.L.; FAUROBERT, M.; CATESSON, A.M. Early scion/stock junction in compatible and incompatible pear/pear and pear/quince grafts: a histo-cytological study. **Annals of Botany**, v.79, p.505-515, 1997.

ERREA, P.; GARAY, L.; MARIN, J.A. Early detection of graft incompatibility in apricot (*Prunus armeniaca*) using in vitro techniques. **Physiologia Plantarum**. n.112, p.135–141, 2001.

FACHINELLO, J. C., NACHTIGAL, J.C.; HOFFMANN, A. **Propagação de plantas frutíferas**. Editora Embrapa, Brasília, DF. 211 p., 2005.

FACHINELLO, J. C.; MUSACHI, S., ZUCCHERELLI, S. et al. Efeito da interação porta-enxerto copa no padrão isoenzimático de plantas de pereira. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v. 21, n.3, p.288-296, 1999.

FAO. **FAOSTAT data**. Disponível em:  
<<http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>>. Acesso em: Jan 2009.

FAORO, I. D. Adaptação de Cultivares de Pereira nas regiões do Sul do Brasil. *In*: VII ENFRUTE (Encontro Nacional sobre Fruticultura de Clima Temperado), Fraiburgo. **Anais...** Caçador: EPAGRI, 2004. p.135-141.

FAORO, I. D. Cultivo da pereira no mundo. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.4, n.2, p.28-29, 1991.

FAORO, I.D. Cultivares e porta-enxertos. *In*: EPAGRI. **Nashi, a pêra japonesa**. Florianópolis: Epagri/Jica, p.95-138, 2001

FAUST, M. **Physiology of temperate zone Fruit Trees**. New York: John Wiley & Sons, 338p., 1989.

FIORAVANÇO, J. C. A cultura da pereira no Brasil: situação econômica e entraves para o seu crescimento. **Informações Econômicas**, São Paulo: IEA, v. 37, n. 3, p. 52-60, mar. 2007.

FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas - o estudo que está por trás do que se vê.** 4.ed. Passo Fundo-RS: Editora da UPF, 2008. v.500. 733 p.

GEBHARDT, K.; GOLDBACH, H. Establishment, graft union characteristics and growth of *Prunus* micrografts. **Physiologia Plantarum**, v.72, p.153-159, 1988.

GEMMA, H. Recent situation of pear industry in Asia. **Acta Horticulturae**. Peniche, Portugal, n.800, p.71-78, 2008.

GIACOBBO, C.L. **Porta-enxertos para cultura da pereira tipo européia.** 2006. 72f. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

GIACOBBO, C. L.; FACHINELLO, J.C. AND PICOLOTTO, L. Compatibilidade entre o marmeleiro porta-enxerto cv. EMC e cultivares de pereira. **Scientia Agraria**, Curitiba. v.8, n.1, p.33-37, 2007.

GULEN, H.; ARORA, R.; KUDEN, A.; KREBS, S.L.; POSTMAN, J. Peroxidase isozyme profiles in compatible and incompatible pear-quince graft combinations. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, n.127, p.152-157, 2002.

GUR, A. Chemical control of pear-quince graft incompatibility. **Proceedings of the Symposium on Pear Growing**. Angers, France, p. 253-264, 1972.

GUR, A. The compatibility of pear with quince rootstock. **Special Bulletin**, 10, Agricultural Research Station, Rehovot, Israel, 99, 1957.

GUR, A.; SAMISH, R.M. The relation between growth curves, carbohydrate distribution, and compatibility of pear trees grafted on quince rootstocks. **Horticultural Research**, v.5, p.81-100, 1965.

GUR, A.; SAMISHA, R. M.; LIFSHITZ, N. D. E. The role of the cyanogenic glycoside of the quince in the incompatibility between pear cultivars and quince rootstocks. **Horticultural Research**. v.8, p.113-134, 1968.

GUR, A.; ZAMET, D.; ARAD, E. A pear rootstock trial in Israel. **Scientiae Horticulturae**. Amsterdan, v.8, n.3, p.249-264. 1978.

HAAK, E.; KVIKLYS, D.; LEPSIS, J. Comparison of Cydonia and Pyrus rootstocks in Estonia, Latvia and Lithuania. **Sodininkyste ir darzininkyste** n.25, v.3, p.322–326, 2006.

HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E. **Plant propagation: principles and practices**. 3.Ed. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1975. 662p.

HERRERO, J. Studies of compatible and incompatible graft combinations with special reference to hardy fruit trees. **Journal of Horticultural Science**, v.26, n.3, p.186-237, 1951.

HORTICULTURAL & TROPICAL PRODUCTS DIVISION. **World Pear Situation: Driven by Growing Output in China, Global Production Continues To Increase**. March 2006, USDA/FAS.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Produção Agrícola Municipal. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em 9 jan: 2008.

IBRAF. **Comparativo das Importações Brasileiras de Frutas Frescas 1º Trimestre**. Disponível em: <[http://www.ibraf.org.br/estatisticas/est\\_frutas.asp](http://www.ibraf.org.br/estatisticas/est_frutas.asp)> Acesso em: 14 nov. 2009.

IUCHI, T.; IUCHI, V. L.; HERTER, F. G.; BRIGHENTI, E. Anelamento e Paclobutrazol na produção e absorção de nutrientes em Pereira (*Pyrus communis* L.) cultivar *Packham's Triumph*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.30, n.4, Dec. 2008.

JACKSON, J.E. **Biology of apples and pears**. Cambridge University Press, Cambridge. 488p., 2003.

JACOB, H. B. Pyrodwarf, a new clonal rootstock for high density pear orchards. **Acta Horticulturae**. Talca, Chile n.475, p.169-178, 1998.

JOHNSON, D., K.; EVANS, J.; SPENCER, T.; WEBSTER, S. A. Orchard comparisons of new Quince and Pyrus rootstock clones. **Acta Horticulturae**. Stellenbosch, South Africa, n.671, p.201-207, 2005.

LEITE, G. B.; PETRI, L. J.; HAWERROTH, F. J. Problemática da Frutificação Efetiva na Cultura da Pereira. *In*: II Reunião Técnica da Cultura da Pereira, 2, 2008, Lages. **Anais...Lages**, SC. p.45-48.

LEITE, G.B.; DENARDI, F. Porta-enxertos para pereira: adaptação e algumas condições ambientais. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 5, n. 2, p. 47-49, 1992.

LEMO, O.L.; ALMEIDA, O.S.; GUEDES, P. A.; REBOUÇAS, T. N. H.; SENO, S. Relação entre o metabolismo de nitrogênio e a fotossíntese na formação de frutos: uma revisão bibliográfica. **Diálogos & Ciência**, ano 7, n.17, 2009.

LORETI, F. Attuali conoscenze sui principali portinnesti degli alberi da frutto – Il pero. **Rivista di Frutticoltura** – Speciale Portinnesti. Bologna: Italia, n.9, p.21-26, 1994.

LORETI, F.; GIL, G. Portainjertos para el peral: situacion actual y perspectivas. **Fruticola**, Italia, v.15, n.2, p.45-50, may-ago, 1994.

MACHADO, L. B. **Avaliação de sistemas de cultivo em pessegueiro (*Prunus persica* (L.) Batsch) cv. Riograndense na fase inicial de desenvolvimento**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2000. Dissertação (mestrado em Fruticultura de Clima Temperado) – FAEM/Pelotas.

MARANGONI, B., LORENZO, R. Portinnesti del pero. **Istituto Sperimentale per la Frutticoltura**, 1997. Disponível em:

<<http://www.inea.it/isfcaserta/listevarietali/indexliste.html>> Acesso em 13 mai. 2009.

MARANGONI, B.; MALAGUTI, D. I portinnesti del pero. **L'Informatori Agrario** – Suplemento n. 1, al 27 dicembre 2002. Verona, p. 26-29, 2002.

MARANGONI, B.; RIVALTA, L. Orientamenti per la scelta - Pero. **L'Informatore Agrario**, Verona. Suplemento n.32, p.31-36, 24 Agosto 1995.

MARINHO, V. L. A. ; BATISTA, M. F. ; MILLER, R. . Praga Quarentenária A1 Pear decline Phytoplasma. **Comunicado Técnico 152**. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2006.

MARKWELL, J.; OSTERMAN, J.C.; MITCHELL, J.L. Calibration of the Minolta SPAD-502 leaf chlorophyll meter. **Photosynthesis Research**, Amsterdam, v.46, n.3, p.467-472, 1995.

MASSAI, R.; LORETI, F.; FEI, C. Growth and yield of 'Conference' pears grafted on quince and pear rootstocks. **Acta Horticulturae**, Peniche, Portugal n.800, p.617-624, 2008.

McCULLY, M. E. Structural aspects of graft development, p. 71-88. In: **Vegetative Compatibility Responses in Plants** Ed. MOORE, R. Baylor University Press, Waco, TX, 1983.

MEDINA, E. **Introducción a la ecofisiología vegetal**. Washington, D.C.: OEA, 1977. 97 p.

MILLER, S.S.; TWORKOSKI, T. Regulating vegetative growth in deciduous fruit trees. **Plant Growth Regulation Society of America**, n.31, p.8–46. 2003.

MITCHAM, E.J.; ELKINS, R. B. **Pear Production and Handling Manual**. University of California Division of Agriculture and Natural Resources, 2007. Publication 3483.

MOORE, R. Ultrastructural Aspects of Graft Incompatibility Between Pear and Quince *In vitro*. **Annals of Botany**, n.53, p.447-452, 1984.

MOORE, R. A model for graft compatibility-incompatibility in higher plants. **American Journal of Botany**, v.71, n.5, p.752-758, 1984.

MOORE, R. Graft Incompatibility between Pear and Quince: The Influence of Metabolites of *Cydonia oblonga* on Suspension Cultures of *Pyrus communis*. **American Journal of Botany**, v.73, n.1, p.1-4, 1986.

MOORE, R. Studies of Vegetative Compatibility-Incompatibility in Higher Plants. IV. The Development of Tensile Strength in a Compatible and an Incompatible Graft. **American Journal of Botany**, v.70, n.2, p.226-231, 1983.

MORAES NETO, S.P.; GONÇALVES, J.L. de M.; TAKAKI, M.; CENCI, S.; GONÇALVES, J.C. Crescimento. Crescimento de mudas de algumas espécies arbóreas que ocorrem na mata Atlântica, em função do nível de luminosidade. **Revista Árvore**, v.24, n.1, p.35-45, 2000.

MOSSE E. B.; HERRERO, J. Studies on incompatibility between some pear and quince grafts. **Journal of Horticultural Science**, n.26, p.238-245, 1951.

MOSSE, B. Further observations on growth and union structure of double grafted pear on quince. **Journal of Horticultural Science**, n.33, p.186-193, 1958.

MOSSE, B. Graft-incompatibility in fruit trees. East Malling Bureau of Horticulture, (**Technical Communication**, 28), 36p., 1962.

MUSACCHI, S. I Portinnesti per la Moderna Pericoltura. In: II Reunião Técnica da Cultura da Pereira, v.2. **Anais...Lages**, SC. p.7-12., 2008.

MUSACCHI, S.; ANCARANI, V.; GRANDI, M.; SANSAVINI, S. Comparative field performance of cvs. Sensation Red Bartlett and cascade grafted to six quince and

pear clonal seedling rootstocks. **Acta Horticulturae**, Ferrara - Bologna, Italy, n.596, p.385-388, 2002.

NACHTIGAL, J. C.; FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A. Propagação vegetativa por enxertia. In: **Propagação de plantas frutíferas** Ed. FACHINELLO, J.C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J.C. 1.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005, v. 1, p. 111-139.

NAKASU, B. H.; FAORO, I. D. Cultivares. In: **Frutas do Brasil-46**. Pêra Produção. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p.29-36.

NAKASU, B.H.; CENTELLAS-QUEZADA, A.; HERTER, F. G. **Pêra. Produção**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 105 p.; il.; (Frutas do Brasil; 46).

NAKASU, B.H.; HERTER, F.G.; LEITE, D.L.; RASEIRA, M.C.B. Pear flower bud abortion in Southern Brazil. **Acta Horticulturae**, Kyoto Japao, n.395, p.185-192, 1995.

NAKASU, B.H.; LEITE, D.L. Pyrus 9 - Seleção de pereira para o Sul do Brasil. **HortiSul**, Pelotas, v.2, n.3, p.19-20, ago. 1992.

ORT, D.R.; BAKER, N.R. Consideration of photosynthetic efficiency at low light as a major determinant of crop photosynthetic performance. **Plant Physiology and Biochemistry**, n.26, p.555-565, 1988.

PALMER, J.W. Effect of spacing and rootstock on the performance of 'Comice' pear in New Zealand. **Acta Horticulturae**, Bologna Itália, n.596, p.609-614, 2002.

PALMER, J.W.; GRILLS, A. Status and trends within the pear industries in New Zealand and Australia. **Acta Horticulturae**, Peniche, Portugal, n.800, p.63-70, 2008.

PARRY, M.S. Dwarfing quince rootstocks for pear. **Proceedings of the Symposium on Pear Growing**, Angers, France, p.199-209, 1972.

PERAZZOLO, G. Tecnologia para a produção de pêras européias. In: IX ENFRUTE (Encontro Nacional sobre Fruticultura de Clima Temperado), v.1, 2006, Fraiburgo, SC. **Anais...** Caçador: EPAGRI. p.109-115.

PERAZZOLO, G. Problemática da cultura da pereira no Rio Grande do Sul. In: II Reunião Técnica da Cultura da Pereira, v.1, 2008, Lages, SC. **Anais...** Lages: UDESC, p.28-32.

PETRI, J. L.; LEITE, G. B.; YASUNOBU, Y. Incidência e fatores do abortamento de gemas em pereira japonesa. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.14, n.2, p.14-18, 2001.

PINA, A.; ERREA, P. A review of new advances in mechanism of graft compatibility–incompatibility. **Scientia Horticulturae**, v.106, p.1-11, 2005.

PIO, R. Cultivo de Marmelos. Disponível em:  
<[http://issuu.com/rafaelpio/docs/s\\_rie\\_produto\\_rural\\_-\\_marmelo/15?mode=a\\_p](http://issuu.com/rafaelpio/docs/s_rie_produto_rural_-_marmelo/15?mode=a_p)>  
Acesso em: 23 mar. 2009.

POF - Pesquisa de Orçamentos Familiares – **IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>> Acesso em: 01 mar. 2009.

POLICARPO, M.; TALLUTO, G.; LO BIANCO, R. Vegetative and productive responses of 'Conference' and 'Williams' pear trees planted at different in-row spacings. **Scientia Horticulturae**, v.109, Issue 4, n. 15, p.322-331, 2006.

QUIST, T.M. **Plant Propagation**. Disponível em:  
<<http://www.hort.purdue.edu/hort/courses/HORT201/Coursepages/Calendar%202009.htm>> Acesso em: 20 jan. 2009.

REICHARDT, K. **Dinâmica da matéria e da energia em ecossistemas**. Piracicaba: USP/ESALQ, Depto. Física e Meteorologia, 1996. 513p.

RODRIGUES, A.C. Tese de Doutorado – **Avaliação da compatibilidade da enxertia em *Prunus sp.* através de análises morfofisiológicas, níveis de fenóis e atividade da peroxidase.** Pelotas: Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel - Universidade Federal de Pelotas, 2000. 86p.

RODRÍGUEZ, R.O.; CASTRO, H.R. Quince selections behavior as pear rootstocks for Abate fetel and Conference pears cultivars in Rio Negro, Argentina. **Acta Horticulturae**, Talca, Chile, n. 475, p.183-187, 1998.

RYUGO, R. **Fruticultura: ciencia y arte.** México: AGT EDITOR, 1993. 459 p.

SALAYA, G. F. G. **Fruticultura: el potencial productivo.** 2.ed. México: ALFAOMEGA, Ediciones Universidad Católica de Chile, 1999. 342p.

SAMISH, R.M. Physiological approaches to root-stock selection. In: **Horticulture Science and their application**, I., v.2, p.12-17, 1962.

SANSAVINI, S.; ANCARANI, V. Miglioramento genético e nuove varietà in Europa. **Rivista di Frutticoltura e di Ortofloricoltura**, Itália, n.10, p.28-36, Outubro 2008.

SANTAMOUR, F.S.Jr. Predicting graft incompatibility in woody plants. **Combined Proceedings International Plant Propagators' Society**, Nova York, v.42, p.131-134, 1992.

SAS LEARNING EDITION. **Getting started with the SAS learning edition.** Cary, 2002, 200p.

SIMONETTO, P.R.; GRELLMANN, E.O. **Comportamento de cultivares de Pereira na região serrana do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: FEPAGRO, (Boletim FEPAGRO, 9). 1999, 28p.

STEEL, R.G.; TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics.** New York: MacGraw-Hill, 1980, 632p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3ed. Porto Alegre: Artmed, 2004, 722p.

TAKESHI, I. Abortamento Floral em Pereira. **Workshop: Abortamento Floral em Pereira**. Embrapa Clima Temperado, 2007.

THERON, K.I., VAN DER MERWE, P.W. AND FERRANDI, C.H. Pear production in South Africa. **Acta Horticulturae**, Peniche, Portugal, n.800, p.89-94, 2008.

TREVISAN, R.; CHAVARRIA, G.; HERTER, F. G.; GONÇALVES, E. D.; RODRIGUES, A. C.; VERISSIMO, V.; PEREIRA, I. D. S. Raleio de gemas florais para a redução do abortamento em pereira (*Pyrus pyrifolia*) na região de Pelotas-RS. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v. 27, n. 3, p. 504-506, 2005.

USDA - United States Department of Agricultural Service. **Pyrus Crop Germplasm Committee Report And Genetic Vulnerability Statement, September 2004**.

Disponível em: <[http://www.ars-grin.gov/npgs/cgc\\_reports/PyrusCGCReport2004.pdf](http://www.ars-grin.gov/npgs/cgc_reports/PyrusCGCReport2004.pdf)> Acesso em: 1 set. 2008.

USDA Foreign Agricultural Service. China, Peoples Republic of Competitor Ya Pears. **GAIN Report (Global Agriculture Information Network)**, 2005.

VALLI, R. Arboricoltura: generale e speciale. **Calderini edagricole**, 6. ed. Ozzone dell'Emilia (Bo): 2002, 658 p.

WEBSTER, A.D. A brief review of pear rootstock development. **Acta Horticulturae**, Talca, Chile , n.475, p.135-142, 1998.

WERTHEIM, S.J. Rootstocks for European pear: a review. **Acta Horticulturae**, Ferrara - Bologna, Itália, v.596, p.299-309, 2002.

WESTWOOD, M. N. Rootstocks: their propagation, function and performance, In: **Temperate Zone Pomology**. Editora: W. H. Freeman & Co., San Francisco, p.77-107, 1988.

**ZECCA, A. G. D. Micro-enxertia, enxertia de calo e enxertia de microestaca sobre calo, “in vitro”, como método de determinação de incompatibilidade de pereira (*Pyrus spp.*) sobre marmeleiro (*Cydonia oblonga*). 1995. 110f.**

Dissertação (Mestrado em Fruticultura de Clima Temperado, Programa de Pós-Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

## **APÊNDICES**

Apêndice A: Análise de variação para o efeito dos fatores porta-enxerto e ano sobre as variáveis de crescimento de pereiras cv. Carrick. Pelotas-RS, 2009.

Apêndice 1: Análise de variação para altura de plantas, incremento de altura de planta, volume de copa, massa verde de poda e área foliar específica de pereiras cv. Carrick. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009.

Variável	Fontes	GL	SQ	QM	F	p≤0,05
Altura de planta	Ano	1	0,00000684	0,00000684	0,00	0,9915
	PE	12	30,44189316	2,53682443	42,44	0,0001
	Bloco	2	2,28893932	1,14446966	19,15	0,0001
	Ano*PE	12	0,48558205	0,04046517	0,68	0,7725
	Resíduo	206	12,31270513	0,05977041	-	-
	Total	233	45,52912650	-	-	-
CV (%)						12,37
Incremento de altura de planta	Ano	1	48,3892654	48,3892654	15,85	0,0001
	PE	12	205,5615709	17,1301309	5,61	0,0001
	Bloco	2	8,1059410	4,0529705	1,33	0,2675
	Ano*PE	12	22,5452068	1,8787672	0,62	0,8281
	Resíduo	206	629,0986812	3,0538771	-	-
	Total	233	913,7006654	-	-	-
CV (%)						33,16
Volume de copa	Ano	1	1,1783163	1,1783163	1,82	0,1788
	PE	12	320,9406156	26,7450513	41,31	0,0001
	Bloco	2	7,4063326	3,7031663	5,72	0,0038
	Ano*PE	12	9,8983086	0,8248590	1,27	0,2360
	Resíduo	206	133,3790307	0,6474710	-	-
	Total	233	472,8026039	-	-	-
CV (%)						52,45
Massa verde de poda	Ano	1	0,14183385	0,14183385	2,26	0,1341
	PE	12	17,06731484	1,42227624	22,68	0,0001
	Bloco	2	1,00616995	0,50308497	8,02	0,0004
	Ano*PE	12	0,04441709	0,00370142	0,06	1,0000
	Resíduo	206	12,91897338	0,06271346	-	-
	Total	233	31,17870912	-	-	-
CV (%)						39,64
Área foliar específica	Ano	1	1000,390893	1000,390893	15,85	0,0001
	PE	12	1521,080662	126,756722	2,01	0,0250
	Bloco	2	179,284385	89,642193	1,42	0,2439
	Ano*PE	12	998,833335	83,236111	1,32	0,2094
	Resíduo	206	12998,45761	63,09931	-	-
	Total	233	16698,04689	-	-	-
CV (%)						11,37

Apêndice B: Análise de variação para o efeito do fator porta-enxerto e ponto de medida sobre a variável incremento de tronco de pereiras cultivar Carrick durante os ciclos de 2007/08 a 2008/09. Pelotas-RS, 2009.

Apêndice 2: Análise de variação para incremento de tronco nos três pontos de medida de pereiras cv. Carrick, 2007/08 a 2008/09. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009.

Variável	Fontes	GL	SQ	QM	F	p≤0,05
Incremento de tronco	PE	12	1591,927786	132,660649	3,52	0,0001
	PM	2	34,675556	17,337778	0,46	0,6314
	Bloco	2	889,104192	444,552096	11,81	0,0001
	PE*PM	24	355,037536	14,793231	0,39	0,9960
	Resíduo	310	11672,51175	37,65326	-	-
	Total	350	14543,25682	-	-	-
CV (%)						52,14

Apêndice C: Análise de variação para o efeito dos fatores porta-enxerto, ano e ponto de medida sobre a variável diâmetro de tronco de pereiras cv. Carrick. Pelotas-RS, 2009.

Apêndice 3: Análise de variação para diâmetro de tronco de pereiras cv. Carrick. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009.

<b>Fontes</b>	<b>GL</b>	<b>SQ</b>	<b>QM</b>	<b>F</b>	<b>p≤0,05</b>
Ano	1	25128,68376	25128,68376	458,50	0,0001
PE	12	48963,83791	4080,31983	74,45	0,0001
Bloco	2	3203,38511	1601,69255	29,22	0,0001
PM	2	11698,64207	5849,32104	106,73	0,0001
Ano*PE	12	1072,41554	89,36796	1,63	0,0789
Ano*PM	2	15,56612	7,78306	0,14	0,8676
PE*PM	24	3373,11036	140,54627	2,56	0,0001
Ano*PE*PM	24	347,63707	14,48488	0,26	0,9999
Resíduo	622	34089,6900	54,8066	-	-
Total	701	127892,9680	-	-	-
CV (%)					17,28

Apêndice D: Análise de variação para o efeito dos fatores porta-enxerto e ano sobre as variáveis de crescimento de pereiras cv. Packham's Triumph. Pelotas-RS, 2009.

Apêndice 4: Análise de variação para altura de planta, incremento de altura de planta, volume de copa, massa verde de poda e área foliar específica de pereiras cv. Packham's. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009.

Variável	Fontes	GL	SQ	QM	F	p≤0,05
Altura de planta	Ano	1	0,094090	0,094090	0,76	0,3857
	PE	4	8,966749	2,241687	18,13	0,0001
	Bloco	2	1,719149	0,859574	6,95	0,0017
	Ano*PE	4	0,163260	0,040815	0,33	0,8570
	Resíduo	78	9,645651	0,123662	-	-
	Total	89	20,588899	-	-	-
CV (%)						12,37
Incremento de altura de planta	Ano	1	22,08196000	22,08196000	5,95	0,0170
	PE	4	22,55676667	5,63919167	1,52	0,2049
	Bloco	2	8,15469556	4,07734778	1,10	0,3386
	Ano*PE	4	14,56949556	3,64237389	0,98	0,4229
	Resíduo	78	289,6131044	3,7129885	-	-
	Total	89	356,9760222	-	-	-
CV (%)						36,87
Volume de copa	Ano	1	0,487968	0,487968	0,40	0,5309
	PE	4	44,604974	11,151243	9,05	0,0001
	Bloco	2	35,961278	17,980639	14,60	0,0001
	Ano*PE	4	0,152590	0,038148	0,03	0,9981
	Resíduo	78	96,084668	1,231854	-	-
	Total	89	177,291478	-	-	-
CV (%)						83,39
Massa verde de poda	Ano	1	0,11088090	0,11088090	0,96	0,3302
	PE	4	4,44845273	1,11211318	9,63	0,0001
	Bloco	2	1,86350149	0,93175074	8,07	0,0007
	Ano*PE	4	0,00356971	0,00089243	0,01	0,9999
	Resíduo	78	9,00849962	0,11549358	-	-
	Total	89	15,43490446	-	-	-
CV (%)						53,14
Área foliar específica	Ano	1	3892,202884	3892,202884	95,92	0,0001
	PE	4	314,122684	78,530671	1,94	0,1129
	Bloco	2	260,317402	130,158701	3,21	0,0458
	Ano*PE	4	1281,455538	320,363884	7,89	0,0001
	Resíduo	78	3165,119287	40,578452	-	-
	Total	89	8913,217796	-	-	-
CV (%)						8,84

Apêndice E: Análise de variação para o efeito do fator porta-enxerto e ponto de medida sobre a variável incremento de tronco de pereiras cv. Packham's no ano de 2007 a 2008. Pelotas-RS, 2009.

Apêndice 5: Análise de variação para incremento de tronco nos três pontos de medida de pereiras cv. Packham's, 2007 e 2008. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009.

Variável	Fontes	GL	SQ	QM	F	p≤0,05
Incremento de tronco	PE	4	1050,544521	262,636130	8,57	0,0001
	PM	2	391,900606	195,950303	6,40	0,0023
	Bloco	2	126,397975	63,198987	2,06	0,1317
	PE*PM	8	277,357327	34,669666	1,13	0,3474
	Resíduo	118	3615,615425	30,640809	-	-
	Total	134	5461,815855	-	-	-
CV (%)						57,43

Apêndice F: Análise de variação para o efeito dos fatores porta-enxerto, ano e ponto de medida sobre a variável diâmetro de tronco de pereiras cv. Packham's Triumph. Pelotas-RS, 2009.

Apêndice 6: Análise de variação para diâmetro de tronco de pereiras cv. Packham's. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009.

<b>Fontes</b>	<b>GL</b>	<b>SQ</b>	<b>QM</b>	<b>F</b>	<b>p≤0,05</b>
Ano	1	6268,12165	6268,12165	70,61	0,0001
PE	4	19680,14907	4920,03727	55,43	0,0001
Bloco	2	2590,57645	1295,28822	14,59	0,0001
PM	2	6579,93167	3289,96583	37,06	0,0001
Ano*PE	4	525,38989	131,34747	1,48	0,2090
Ano*PM	2	195,88760	97,94380	1,10	0,3334
PE*PM	8	1605,88352	200,73544	2,26	0,0240
Ano*PE*PM	8	138,64636	17,33080	0,20	0,9914
Resíduo	238	21126,84693	88,76826	-	-
Total	269	58711,43315	-	-	-
CV (%)					23,41

Apêndice G: Análise de variação para o efeito dos fatores porta-enxerto e ano sobre as variáveis de crescimento de pereiras cv. Williams Bon Chretien. Pelotas-RS, 2009.

Apêndice 7: Análise de variação para altura de plantas, incremento de altura de planta, volume de copa, massa verde de poda e área foliar específica de pereiras cv. Williams. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009.

Variável	Fontes	GL	SQ	QM	F	p≤0,05
Altura de planta	Ano	1	0,07442000	0,07442000	0,76	0,3840
	PE	9	41,24219778	4,58246642	46,93	0,0001
	Bloco	2	0,38876333	0,19438167	1,99	0,1400
	Ano*PE	9	0,54120222	0,06013358	0,62	0,7823
	Resíduo	158	15,42783667	0,09764454	-	-
	Total	179	57,67442000	-	-	-
CV (%)						17,56
Incremento de altura de planta	Ano	1	22,4861356	22,4861356	6,50	0,0118
	PE	9	185,8379889	20,6486654	5,97	0,0001
	Bloco	2	19,6343744	9,8171872	2,84	0,0616
	Ano*PE	9	29,6977311	3,2997479	0,95	0,4809
	Resíduo	158	546,8393811	3,4610087	-	-
	Total	179	804,4956111	-	-	-
CV (%)						34,92
Volume de copa	Ano	1	0,5405472	0,5405472	0,54	0,4636
	PE	9	545,5456943	60,6161883	60,52	0,0001
	Bloco	2	4,6213996	2,3106998	2,31	0,1029
	Ano*PE	9	14,8298662	1,6477629	1,65	0,1068
	Resíduo	158	158,2475626	1,0015669	-	-
	Total	179	723,7850700	-	-	-
CV (%)						66,90
Massa verde de poda	Ano	1	0,28576436	0,28576436	3,03	0,0839
	PE	9	57,26783164	6,36309240	67,37	0,0001
	Bloco	2	2,68548323	1,34274162	14,22	0,0001
	Ano*PE	9	0,09641064	0,01071229	0,11	0,9993
	Resíduo	158	14,92210032	0,09444367	-	-
	Total	179	75,25759020	-	-	-
CV (%)						38,89
Área foliar específica	Ano	1	3841,058817	3841,058817	89,86	0,0001
	PE	9	3100,062218	344,451358	8,06	0,0001
	Bloco	2	87,862135	43,931068	1,03	0,3602
	Ano*PE	9	82,635397	743,718569	1,93	0,0509
	Resíduo	158	6753,79670	42,74555	-	-
	Total	179	14526,49844	-	-	-
CV (%)						8,80

Apêndice H: Análise de variação para o efeito do fator porta-enxerto e ponto de medida sobre a variável incremento de tronco de pereiras cv. Williams durante os ciclos de 2007/08 e 2008/09. Pelotas-RS, 2009.

Apêndice 8: Análise de variação para incremento de tronco nos três pontos de medida de pereiras cv. Williams, 2007 a 2008. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009.

Variável	Fontes	GL	SQ	QM	F	p≤0,05
Incremento de tronco	PE	9	1385,241652	153,915739	4,04	0,0001
	PM	2	230,696299	115,348149	3,03	0,0504
	Bloco	2	145,339701	72,669850	1,91	0,1509
	PE*PM	18	564,396042	31,355336	0,82	0,6731
	Resíduo	238	9074,47308	38,12804	-	-
	Total	269	11400,14677	-	-	-
CV (%)						71,83

Apêndice I: Análise de variação para o efeito dos fatores porta-enxerto, ano e ponto de medida sobre a variável diâmetro de tronco de pereiras cv. Williams Bon Chretien. Pelotas-RS, 2009.

Apêndice 9: Análise de variação para diâmetro de tronco de pereiras cv. Williams. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009.

<b>Fontes</b>	<b>GL</b>	<b>SQ</b>	<b>QM</b>	<b>F</b>	<b>p≤0,05</b>
Ano	1	9971,61822	9971,61822	160,63	0,0001
PE	9	84894,22767	9432,69196	151,95	0,0001
Bloco	2	4919,96366	2459,98183	39,63	0,0001
PM	2	10531,17616	5265,58808	84,82	0,0001
Ano*PE	9	692,71419	76,96824	1,24	0,2682
Ano*PM	2	115,33344	57,66672	0,93	0,3957
PE*PM	18	2090,64274	116,14682	1,87	0,0163
Ano*PE*PM	18	282,21985	15,67888	0,25	0,9994
Resíduo	478	29672,6108	62,0766	-	-
Total	539	143170,5067	-	-	-
CV (%)					19,87

Apêndice J: Correlação de Pearson entre as variáveis altura de plantas (AP), incremento de altura de planta (IAP), volume de copa (VC), massa verde de poda (MVP), diâmetro de tronco (abaixo, no ponto e acima do ponto de enxertia) (DT1, DT2, E DT3, respectivamente) e área foliar específica (AFE) das três cultivares de pereiras, Carrick, Packham's e Williams. Pelotas-RS, 2009.

Apêndice 10: Correlação de Pearson entre as variáveis de crescimento. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009.

<b>Variáveis</b>	<b>N</b>	<b>Mean</b>	<b>Std Dev</b>	<b>Sum</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>
AP	504	1.89014	0.50398	952.63000	0.77000	4.00000
IAP	504	32.02282	22.66650	16140	0	124.00000
VC	504	1.48413	1.65432	748.00400	0.00800	10.46000
MVP	504	0.72314	1.20966	364.46400	0	8.10000
DT1	504	40.38409	14.36056	20354	12.27000	104.04000
DT2	504	46.93958	15.45006	23658	16.66000	88.21000
DT3	504	36.37933	12.66956	18335	11.06000	73.81000
AFE	504	71.10075	12.12572	35835	4.57000	118.21500

## **ANEXOS**

Anexo 1: Análise foliar de macronutrientes de pereiras da cv. Carrick sob diferentes porta-enxertos. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009.

Porta-enxerto	Nutrientes (%)				
	N	P	K	Ca	Mg
Adams	1,99 <sup>1</sup>	0,18	1,33	1,63	0,45
Alaranjado	1,84	0,18	1,54	1,60	0,45
BA29	1,88	0,19	1,62	1,35	0,43
Berreckzi	1,99	0,18	1,56	1,61	0,45
Champion	2,13	0,21	1,54	1,49	0,48
D'Vranja	1,83	0,17	1,72	1,52	0,47
Du Lot	2,26	0,19	1,59	1,86	0,57
Inta 267	2,09	0,17	1,54	1,33	0,44
MC	1,94	0,15	1,36	1,23	0,44
Meliforme	2,03	0,21	1,64	1,50	0,47
<i>P.calleryana</i>	2,18	0,19	1,74	1,83	0,34
Pine Apple	1,86	0,20	1,67	1,66	0,54
Portugal	1,99	0,15	1,31	1,06	0,37

<sup>1</sup>Letras em vermelho significam teores do nutriente abaixo do normal, letras em preto teores normais e letras em azul significam teores acima do normal, segundo o Manual de Adubação e de Calagem para os estados do RS e SC (CQFS-RS/SC, 2004).

Anexo 2: Análise foliar de macronutrientes de pereiras da cv. Packham's sob diferentes porta-enxertos. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009.

Porta-enxerto	Nutrientes (%)				
	N	P	K	Ca	Mg
Adam's	2,13 <sup>1</sup>	0,24	1,10	1,64	0,41
Alongado	2,24	0,23	1,72	1,48	0,37
D'Angers	2,13	0,25	1,23	1,60	0,42
<i>P.calleryana</i>	2,30	0,27	1,64	1,63	0,23
Smyrna	2,01	0,21	1,64	1,40	0,41

<sup>1</sup>Letras em vermelho significam teores do nutriente abaixo do normal, letras em preto teores normais e letras em azul significam teores acima do normal, segundo o Manual de Adubação e de Calagem para os estados do RS e SC (CQFS-RS/SC, 2004).

Anexo 3: Análise foliar de macronutrientes de pereiras da cv. Williams sob diferentes porta-enxertos. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009.

Porta-enxerto	Nutrientes (%)				
	N	P	K	Ca	Mg
BA29	2,09 <sup>1</sup>	0,22	1,56	1,45	0,40
Berreckzi	2,26	0,24	1,59	1,40	0,41
Champion	2,47	0,24	1,80	1,45	0,42
De Patras	-	-	-	-	-
Du Lot	2,15	0,22	1,64	1,59	0,43
D'Vranja	2,11	0,20	1,67	1,40	0,40
MC	2,20	0,18	1,51	1,07	0,35
Meliforme	2,13	0,25	1,67	1,52	0,44
<i>P.calleryana</i>	2,33	0,26	2,13	2,07	0,24
Smyrna	2,30	0,19	1,59	1,61	0,42

<sup>1</sup>Letras em vermelho significam teores do nutriente abaixo do normal, letras em preto teores normais e letras em azul significam teores acima do normal, segundo o Manual de Adubação e de Calagem para os estados do RS e SC (CQFS-RS/SC, 2004).

Anexo 4: Dados climáticos da Estação Meteorológica Automática do Centro Agropecuário da Palma, Capão do Leão, RS.

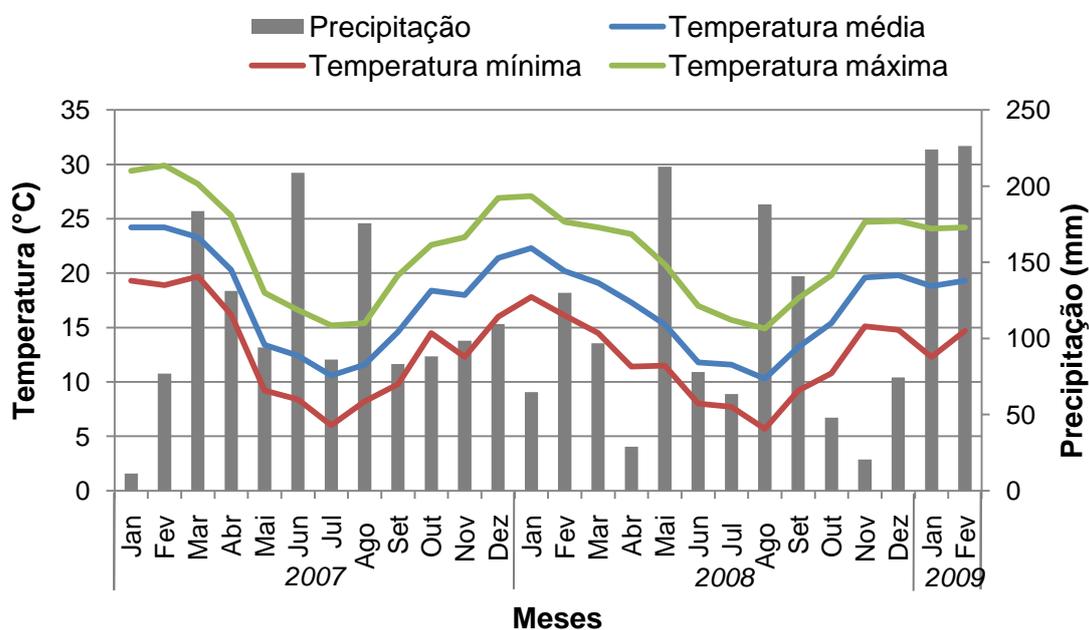


Figura 1 – Dados climáticos da Estação Meteorológica Automática do Centro Agropecuário da Palma, Capão do Leão, RS. UFPel/FAEM, Pelotas-RS, 2009. Fonte: Professor de Agrometeorologia UFPel

Dados de catalogação na fonte:  
( Marlene Cravo Castillo – CRB-10/744)

F815c Francescato, Poliana

Características vegetativas de pereiras enxertadas sobre mar-  
meleiro e *Pyrus calleryana* / Poliana Francescato. - Pelotas, 2009.  
119f. : il.

Dissertação ( Mestrado ) – Programa de Pós-Graduação em  
Agronomia, Fruticultura de Clima Temperado. Faculdade de  
Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas.  
Pelotas, 2009, José Carlos Fachinello, Orientador; co-orientadora  
Andrea De Rossi Rufato.

1. *Pyrus*. 2. *Cydonia* 3. Incompatibilidade de enxertia 4.  
Crescimento vegetativo I Fachinello, José Carlos (orientador) II.  
Título.

CDD 634.13