

BRUNO DALAZEN MACHADO

**PADRÕES DE CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE
CULTIVARES DE PEREIRAS EUROPEIAS SOBRE
PORTAENXERTOS DE MARMELEIRO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Leo Rufato

**LAGES, SC
2014**

M149p

Machado, Bruno Dalazen

Padrões de crescimento e produção de cultivares de pereiras europeias sobre portaenxertos de marmeleiro / Bruno Dalazen Machado. - Lages, 2014.

148 p.: il.; 21 cm

Orientador: Leo Rufato

Bibliografia: p. 127-147

Tese (doutorado) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages, 2014.

1. *Pyrus communis* L. 2. *Cydonia oblonga* L.
3. Parâmetros vegetativos. 4. Vigor. 5.
Produtividade. 6. Incompatibilidade. 7.
Desenvolvimento radicular.
I. Machado, Bruno Dalazen. II. Rufato, Leo. III.
Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa
de Pós-Graduação em Produção Vegetal. IV. Título

CDD: 634.14 - 20.ed

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Setorial do
CAV/ UDESC

BRUNO DALAZEN MACHADO

**PADRÕES DE CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE
CULTIVARES DE PEREIRAS EUROPEIAS SOBRE
PORTAENXERTOS DE MARMELEIRO**

Tese apresentada ao Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Produção Vegetal.

Banca Examinadora:

Orientador:

(Prof. Dr. Leo Rufato)
Universidade do Estado de Santa Catarina

Co-orientadora:

(Prof. Dra. Aike Anneliese Kretzschmar)
Universidade do Estado de Santa Catarina

Membros:

(Prof. Dr. Amauri Bogo)
UDESC/Lages-SC

(Dr. Ivan Dagoberto Faoro)
EPAGRI/Caçador-SC

(Dr. Paulo Ricardo Dias de Oliveira)
EMBRAPA Uva e Vinho - Bento Gonçalves-RS

Lages, SC, 07/10/2014

Aos meus pais Inécio e Veroni e
minha irmã Bárbara.
Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela saúde, por ter me iluminado durante todas as etapas desta caminhada, por ter dado forças nos momentos difíceis e por todos os anjos que colocou no caminho para me ajudar.

Aos meus pais, agradeço pelo apoio, incentivo, compreensão, credibilidade e paciência, pois sempre confiaram na minha capacidade e nos meus sonhos, não me deixando fracassar em momento algum, sendo fundamentais para mais esta conquista.

À Bárbara, que sempre participou dos momentos importantes da minha vida. Saiba que agradeço a Deus todos os dias por ter uma irmã tão especial. Você faz parte desta conquista!

Aos professores Drs. Leo Rufato e Aike Anneliese Kretzschmar, que me deram a primeira oportunidade de trabalho e me ensinaram a dar os “primeiros passos” no mundo da pesquisa, pelos ensinamentos e, sobretudo, pela amizade.

A minha família lageana, as pós-doutorandas Fernanda, Geraldine, Joseane e Tânia. As doutorandas, Carol, Fabiane, Fernanda, Janaína, Mayra e Suelen. Aos doutorandos Antonio, José Luiz, Alberto, Felipe Penter, Márcio e Tiago Afonso. Aos mestrandos(a), André, Betina, Deivid, Douglase Ricardo. Aos bolsistas Maicon, Paulo e Alencar. Essas pessoas tornaram a rotina do trabalho mais divertida e me ensinaram o valor do trabalho em equipe.

A empresa Agrícola Fraiburgo S/A, que concedeu a área experimental e tornou possível a realização deste trabalho.

Aos funcionários Gerson e Célio da empresa Agrícola Fraiburgo, pela contribuição na condução do experimento e pela amizade.

A Università di Degli Studi di Bologna, Dipartimento di Colture Arboree, aos seus professores, na pessoa do Professor Dr. Stefano Musacchi, funcionários e colaboradores, pela oportunidade, experiência e pelo trabalho realizado na Itália. Um agradecimento especial ao Vincenzo Ancarani e Sara Serra. Ao pessoal do ‘Cadriano’, especialmente ao Mirco e a sua família, pela amizade.

Ao Centro de Actividades em Fruticultura (CAF), na pessoa do coordenador e pesquisador do Centro, MSc. Rui Manuel Maia de Sousa e funcionários, pela oportunidade e atenção especial, não medindo esforços para transmitir seu vasto conhecimento em fruticultura durante o período de trabalho em Alcobaça, Portugal.

À CAPES pela bolsa e apoio financeiro para o desenvolvimento da pesquisa e realização do curso de Doutorado na Universidade do Estado de Santa Catarina.

A Universidade do Estado de Santa Catarina, aos funcionários e professores do Centro de Ciências Agroveterinárias que participaram de minha formação profissional e humana.

Enfim, sou grato a todas as pessoas que participaram direta e indiretamente na realização de mais um sonho, o de me tornar Doutor. Expresso o meu verdadeiro reconhecimento.

A vocês minha admiração e gratidão.

RINGRAZIO!!!

“Da nobis recta sapere.”
(Fazei com que possamos ser
verdadeiramente sábios)

RESUMO

MACHADO, Bruno Dalazen. **Padrões de crescimento e produção de cultivares de pereiras europeias sobre portaenxertos de marmeleiro.** 2014. 148 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal – Área: Fitotecnia) – Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Lages, 2014.

A cultura da pereira (*Pyrus communis*. L), possui potencial de expansão em algumas regiões do sul do Brasil, devido às condições climáticas e de solo. Apesar disso, a carência de informações a respeito da(s) melhor(es) combinação(ões) entre cultivares copa de pereiras europeias e portaenxertos de marmeleiro quanto ao aspecto vegetativo e ao potencial produtivo tem limitado a produção de pera no país. Neste contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar agronomicamente os aspectos vegetativos e produtivos de cultivares copa de pereiras europeias (*Pyrus communis*. L) enxertadas sobre portaenxertos de marmeleiro (*Cydonia oblonga*. L) em sistemas de média, alta e super densidades de plantio, nas condições edafoclimáticas da região do planalto catarinense. Os experimentos foram conduzidos na área experimental da empresa Agrícola Fraiburgo S/A, localizada na cidade de Urupema, estado de Santa Catarina, durante os ciclos de cultivo 2011/12, 12/13 e 13/14. No capítulo I, utilizou-se três sistemas, caracterizados como média (2500 plantas ha⁻¹), alta (5000 plantas ha⁻¹) e super (7500 plantas ha⁻¹) densidades de plantio. No sistema de média densidade, as combinações avaliadas entre cultivares de pereiras europeias e portaenxertos de marmeleiro foram: Abbè Fetel/Adams, Conference/Adams,

Clapp's Favourite/EMA, Santa Maria/Adams, Rocha/Adams, Packham's Triumph/Adams, Decana du Comice/Adams e Packham's Triumph/EMA. Na alta densidade de plantio, foram avaliadas as combinações: Conference/EMC, Clapp's Favourite/EMA, Rocha/EMC, Abbè Fetel/EMC, William's/EMC e Packham's Triumph/EMA. Já na super densidade, avaliaram-se as combinações: Rocha/Adams, Santa Maria/Adams, Packham's Triumph/EMC, Abbè Fetel/EMC, Abbè Fetel/Adams e Rocha/EMC. No capítulo II, avaliou-se a compatibilidade de enxertia, que consistiu na análise de crescimento e conexão vascular no ponto de enxertia das seguintes combinações: Abbè Fetel/Adams, Decana du Comice/Adams, Clapp's Favourite/EMA, Rocha/Adams, Packham's Triumph/EMA e Santa Maria/Adams na densidade de 2500 plantas ha⁻¹ e Rocha/EMC, Abbè Fetel/EMC e William's/EMC para a densidade de 5000 plantas ha⁻¹. No capítulo III, avaliou-se a distribuição do sistema radicular das diferentes combinações de cultivares copa de pereiras europeias e portaenxertos de marmeleiro. Na densidade de plantio de 2500 plantas ha⁻¹, utilizou-se as seguintes combinações: Abbè Fetel/Adams, Clapp's Favourite/EMA, Santa Maria/Adams, Rocha/Adams, Decana du Comice/Adams e Packham's Triumph/EMA enquanto que na densidade de 5000 plantas ha⁻¹: Conference/EMC, Clapp's Favourite/EMA, Rocha/EMC, Abbè Fetel/EMC, William's/EMC e Packham's Triumph/EMA. A combinação Abbè Fetel/Adams é mais vigorosa, reportando baixo rendimento em sistema de média e super densidade de plantio. A combinação Santa Maria enxertada sobre o marmeleiro Adams, confere crescimento vegetativo intermediário às plantas e alta produtividade em sistema de média e super densidade de plantio. As combinações Clapp's Favourite/EMA e William's/EMC são incompatíveis com os portaenxertos de marmeleiros testados, sendo possível observar uma clara descontinuidade vascular na região de união do enxerto. Santa Maria e Rocha enxertadas

sobre o marmeleiro Adams, apresentam uma união vascular contínua entre cultivar e portaenxerto, não havendo sintomas de descontinuidade vascular em nenhum nível. Para a densidade de plantio de 2500 plantas ha⁻¹, observou-se maior concentração de raízes nos primeiros 40 cm de profundidade. Em relação à profundidade efetiva, observou-se que até 40 cm de profundidade concentram-se 80% do comprimento total de raízes para todas as combinações e que na média das seis combinações avaliadas, 83% da concentração radicular localiza-se na respectiva profundidade. Em relação à distância efetiva, observou-se que a distância na qual se encontram 80% do comprimento total de raízes foi 80 cm para todas as combinações, com exceção da Clapp's Favourite/EMA, a qual a distância efetiva foi 100 cm. Foi possível observar que na média das seis combinações, 86% da concentração radicular na distância horizontal localiza-se até 80 cm. Já na densidade de 5000 plantas ha⁻¹, analisando conjuntamente as seis combinações de cultivares de pereiras europeias e portaenxertos de marmeleiro, observou-se que há maior concentração de raízes nos primeiros 40 cm de profundidade, cerca de 90 % de toda a distribuição do sistema radicular. Em relação às combinações avaliadas, observou-se que a cv. Packham's Triumph enxertada sobre o marmeleiro EMA proporcionou maior crescimento de raízes, podendo inferir que a respectiva combinação, comparada às demais, explora um maior volume de solo na densidade de plantio de 5000 plantas ha⁻¹. Em relação à profundidade efetiva, observou-se que até 30 cm de profundidade se concentram 80 % do comprimento total de raízes, para todas as combinações avaliadas, com exceção da combinação William's/EMC que obteve na respectiva profundidade, apenas 60% de volume radicular. Para esta combinação, a profundidade considerada efetiva foi de 40 cm. Assim como na densidade de 2500 plantas ha⁻¹, na densidade de 5000 plantas ha⁻¹, o maior comprimento radicular também concentrou-se na região de maior quantidade de água e

nutrientes disponíveis às raízes, o que deve assegurar à planta maior capacidade de exploração do solo e, por conseguinte, maior absorção de água e nutrientes.

Palavras-chave: *Pyrus communis* L., *Cydonia oblonga* L., parâmetros vegetativos, vigor, produtividade, incompatibilidade, desenvolvimento radicular.

ABSTRACT

MACHADO, Bruno Dalazen. Standards of growth and production of cultivars of european pear trees on quince rootstocks. 2014. 148 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal – Área: Fitotecnia) – Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Lages, 2014.

The culture of pear (*Pyrus communis*.L), has great potential for expansion in southern Brazil due to climate and soil conditions. The lack of information regarding the (s) best (s) combination (s) of european pear cultivars scion and quince rootstocks as vegetative aspect and productive potential has limited the cultivation of pear in the country. In this context, the objective was to evaluate the agronomic aspects of vegetative and productive cultivars scioneuropean pear (*Pyrus communis*. L) grafted on quince rootstocks (*Cydonia oblonga*. L) in medium systems, super and high planting densities, at conditions the conditions of the Santa Catarina plateau. The experiments were conducted in the area of company experimental Agrícola Fraiburgo S/A, located in Urupema, state of Santa Catarina, during the cropping cycles 2011/12, 12/13 and 13/14. In Chapter I, we used three systems, characterized as average (2500 plants ha⁻¹), high (5000 plants ha⁻¹) and super (7500 plants ha⁻¹) densities. In medium density system, the combinations evaluated among european pear cultivars and quince rootstocks were: Abbè Fetel/Adams, Conference/Adams, Clapp's Favourite/EMA, Santa Maria/Adams, Rocha/Adams, Packham's Triumph/Adams, Decana du Comice/Adams e Packham's Triumph/EMA. In high density planting combinations were evaluated:

Conference/EMC, Clapp's Favourite/EMA, Rocha/EMC, Abbè Fetel/EMC, William's/EMC e Packham's Triumph/EMA. In the super density, evaluated the combinations: Rocha/Adams, Santa Maria/Adams, Packham's Triumph/EMC, Abbè Fetel/EMC, Abbè Fetel/Adams and Rocha/EMC. In Chapter II, we evaluated the compatibility of grafting, which consisted in the analysis of growth and vascular grafting point connection in the following combinations: Abbè Fetel/Adams, Decana du Comice/Adams, Clapp's Favourite/EMA, Rocha/Adams, Packham's Triumph/EMA and Santa Maria/Adams density of 2500 plants ha⁻¹ and Rocha/EMC, Abbè Fetel/EMC and William's/EMC density of 5000 plants ha⁻¹. In Chapter III, we evaluated the distribution of the root system of different combinations of european pear cultivars scion and quince rootstocks at planting density of 2500 plants ha⁻¹ with the following combinations: Abbè Fetel/Adams, Clapp's Favourite/EMA, Santa Maria/Adams, Rocha/Adams, Decana du Comice/Adams and Packham's Triumph/EMA and density of 5000 plants ha⁻¹: Conference/EMC, Clapp's Favourite/EMA, Rocha/EMC, Abbè Fetel/EMC, William's/EMC e Packham's Triumph/EMA. The combination Abbè Fetel/Adams is more vigorous, reporting low yield in medium super system and planting density. The combination Santa Maria grafted on quince Adams gives intermediate vegetative growth of plants and high productivity in medium system and super planting density. Combinations Clapp's Favourite/EMA and William's/EMC are incompatible with quince rootstocks of tested, it is possible to observe a clear discontinuity in the region of vascular graft union. Santa Maria and Rocha grafted on quince Adams exhibit a continuous vascular union between cultivar and rootstock, with no symptoms of vascular disruption at any level. In planting density of 2500 plants ha⁻¹, to jointly analyze the six combinations of european pear cultivars and quince rootstocks through the spatial distribution

of root length at depth, there was a higher concentration of roots in the first 40 cm of depth. Regarding the effective depth, it was observed that up to 40 cm depth concentrate 80% of the total root length for all combinations of the average and six combinations evaluated, 83% of root growth is located on the respective depth. Regarding the effective distance, it was observed that the distance at which are 80% of total root length was 80 cm for all combinations except the Clapp's Favourite/EMA, which the effective distance was 100 cm. It was observed that the average of the six combinations, 86% of root growth in horizontal distance located up to 80 cm. Already at a density of 5000 plants ha⁻¹ jointly analyzing the six combinations of european pear cultivars and rootstocks quince, it was observed that the greatest concentration of the first roots 40 cm deep, about 90% of the distribution root. Regarding combinations evaluated, it was observed that cv. Packham's Triumph grafted on quince EMA provided greater root growth, and may infer that their combination, compared to the other, exploring a greater volume of soil in the planting density of 5000 plants ha⁻¹ and is able to check out the shoot of plant vigor. Regarding the effective depth, it was observed that up to 30 cm deep focus 80% of total root length, evaluated for all combinations except the combination William's/EMC that got in its depth, only 60% of root volume. For this combination in particular, has been considered effective depth of 40 cm. As the density of 2500 plants ha⁻¹ at a density of 5000 ha⁻¹ plants, the major root length also concentrated in the largest amount of available nutrients and water to the roots region, which should ensure a greater capacity of the plant cultivation of the soil, and thus greater absorption of water and nutrients.

Key-words: *Pyrus communis* L., *Cydonia oblonga* L., vegetative parameters, vigor, productivity, incompatibility, root development.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Portaenxertos de marmeleiro (6), de pera (Fox 11) e um de semente (pera franco) e o vigor induzido.....	47
Figura 2 – Temperaturas máximas (—), mínimas (—) e acúmulo de horas de frio com a temperatura < 7,2°C (—) diárias na região de Urupema - SC, durante o período de maio a setembro nos anos de 2011, 2012 e 2013.....	55
Figura 3 – Vigor comparativo (%) entre as diferentes combinações de cultivares copa de pereiras europeias e porta enxertos de marmeleiro sobre a combinação Abbè Fetel/Adams (100%). Lages, SC, 2014.....	70
Figura 4 – Corte macroscópico longitudinal interno para observar a conexão vascular no ponto de enxertia das diferentes combinações de cultivares de pereiras europeias e portaenxertos de marmeleiro das combinações Decana du Comice/Adams (A), Clapp’s Favourite/EMA (B), Rocha/Adams (C), Packham’s Triumph/EMA (D), Abbè Fetel/Adams (E) e Santa Maria/Adams (F), oito anos após a enxertia. Lages, SC, 2014.	93
Figura 5 – Corte macroscópico longitudinal interno da região de união do enxerto (combinação Clapp’s Favourite/EMA), com destaque para a linha de descontinuidade vascular. Lages, SC, 2014.....	94
Figura 6 – Corte macroscópico longitudinal interno da região de união das combinações Abbè Fetel/EMC (A), Rocha/EMC (B) e William’s/EMC (C), oito anos após a enxertia. Lages, SC, 2014.	98
Figura 7 – Corte macroscópico longitudinal interno da região de união do enxerto (combinação William’s/EMC), com destaque para a linha de descontinuidade vascular. Lages, SC, 2014.	99
Figura 8 – Esquema experimental de amostragem que será utilizado para a quantificação da distribuição radicular através da fotografia. Disposição da tela e suas dimensões.	109
Figura 9 – Comprimento médio de raízes por profundidade de diferentes combinações de cultivares copa de pereiras europeias e portaenxertos de marmeleiro na linha de plantio, na densidade de plantio de 2500 plantas ha ⁻¹ . Lages, 2014.	113

Figura 10 – Comprimento médio de raízes por distância na linha de plantio das diferentes combinações de cultivares copa de pereiras europeias e portaenxertos de marmeleiro, na densidade de plantio de 2500 plantas ha ⁻¹ . Lages, 2014.	114
Figura 11 – Isolinhas de comprimento de raíz em cm de raíz/500 cm ³ de solo das diferentes combinações de cultivares copa de pereiras europeias e portaenxertos de marmeleiro na densidade de plantio de 2500 plantas ha ⁻¹ , obtidas pelo método da trincheira. Abbè Fetel/Adams (A), Clapp's Favourite/EMA (B), Conference/Adams (C), Decana du Comice/Adams (D), Packham's Triumph/Adams (E), Packham's Triumph/EMA (F), Rocha/Adams (G), Santa Maria/Adams (H).	115
Figura 12 – Comprimento médio de raízes por profundidade de diferentes combinações de cultivares copa de pereiras europeias e portaenxertos de marmeleiro na linha de plantio, na densidade de plantio de 5000 plantas ha ⁻¹ . Urupema, 2014.	119
Figura 13 – Comprimento médio de raízes por distância na linha de plantio das diferentes combinações de cultivares copa de pereiras europeias e portaenxertos de marmeleiro na densidade de plantio de 5000 plantas ha ⁻¹ . Urupema, 2014.	120
Figura 14 – Isolinhas de comprimento de raíz em cm de raíz/500 cm ³ de solo das diferentes combinações de cultivares copa de pereiras europeias e portaenxertos de marmeleiro na densidade de plantio de 5000 plantas ha ⁻¹ , obtidas pelo método da trincheira. Abbè Fetel/EMC (A), Clapp's Favourite/EMA (B), Conference/EMC (C), Packham's Triumph/EMA (D), Rocha/EMC (E), Williams/EMC (F).	121

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Disposição das diferentes combinações de cultivares copa de pereiras europeias e portaenxertos de marmeleiro em três densidades de plantio. Lages/2014.	65
Tabela 2 – Altura de plantas (AP), altura média de plantas (AMP), volume de copa (VC), volume médio de copa (VMC), incremento de diâmetro do tronco da cv. Copa (IDC), índice do número de gemas por centímetro de ramo (IG), índice médio do número de gemas por centímetro de ramo (IMG), massa fresca de poda de inverno (MFA) massa fresca média total acumulada de poda de inverno dos 3 anos (MFTA) e incremento no diâmetro do tronco do portaenxerto (IDPE), de cultivo em oito cultivares de pereiras europeias enxertadas sobre marmeleiros Adams ou EMA, em sistema de média densidade de plantio (2500 plantas ha ⁻¹), na região de Urupema-SC, Brasil, durante os ciclos agrícolas 2011/12, 12/13 e 13/14.	72
Tabela 3 – Produtividade estimada (PE), eficiência produtiva (EP), produtividade estimada acumulada (PEA) e eficiência produtiva média (EPM) em oito cultivares de pereiras europeias enxertadas sobre marmeleiros Adams ou EMA, em sistema de média densidade de plantio (2500 plantas ha ⁻¹), na região de Urupema-SC, Brasil, durante os ciclos agrícolas 2011/12, 12/13 e 13/14.	73
Tabela 4 – Altura média de plantas (AMP), volume médio copa (VMC), índice médio do número de gemas por centímetro de ramo (IMG), incremento no diâmetro do tronco da cv. copa (IDC), incremento no diâmetro do tronco do portaenxerto (IDPE), massa fresca média total acumulada de poda de inverno dos 3 anos (MFA), produtividade estimada acumulada dos três anos de cultivo (PE) e eficiência produtiva média (EP) de cultivo em seis cultivares de pereiras europeias enxertadas em marmeleiros EMA ou EMC, em sistema de média densidade de plantio (5000 plantas ha ⁻¹), na região de Urupema-SC, Brasil, durante as safras agrícolas de 2011/12, 12/13 e 13/14.....	76
Tabela 5 – Altura de plantas m (AP), altura média de plantas m (AMP), volume de copa m ³ (VC), volume médio de copa m ³ (VMC), incremento de diâmetro do tronco da cv. copa mm (IDC), índice do número de gemas por centímetro de ramo (IG), índice médio do número de gemas por centímetro de ramo (IMG), massa fresca de poda de inverno (MFA), massa fresca média total acumulada de poda de inverno dos 3 anos (MFTA) e incremento no diâmetro do tronco do porta enxerto	

(IDPE), de cultivo em seis cultivares de pereiras europeias enxertadas em marmeleiros Adams ou EMC, em sistema de super densidade de plantio (7500 plantas ha ⁻¹), na região de Urupema-SC, Brasil, durante os ciclos agrícolas 2011/12, 12/13 e 13/14.	79
Tabela 6 – Produtividade estimada t ha ⁻¹ (PE), eficiência produtiva Kg cm ⁻¹ (EP), produtividade estimada acumulada t ha ⁻¹ (PEA) e eficiência produtiva média Kg cm ⁻¹ (EPM) em seis cultivares de pereiras europeias enxertadas sobre marmeleiros Adams ou EMA, em sistema de super densidade de plantio (7500 plantas ha ⁻¹), na região de Urupema-SC, Brasil, durante os ciclos agrícolas 2011/12, 12/13 e 13/14.	79
Tabela 7 – Níveis de compatibilidade de enxertia do tipo ‘localizada’, proposta por Mosse & Herrero (1951).	87
Tabela 8 – Análise do IDC (incremento no diâmetro do tronco da cv. copa), DPE (incremento no diâmetro do portaenxerto) e PE – C (diferença de diâmetro entre o portaenxerto e a cv. Copa) entre as diferentes combinações de cultivares copa de pereiras europeias e portaenxertos de marmeleiro. Lages, SC, 2014.....	90
Tabela 9 – Identificação dos tipos de incompatibilidade ‘translocada’ e ‘localizada’ das uniões de enxertia em seis tipos de combinação cultivar copa/portaenxerto.	92
Tabela 10 – Análise do IDC (incremento no diâmetro do tronco da cv. copa), IDPE (incremento no diâmetro do portaenxerto) e PE – C (diferença de diâmetro entre o portaenxerto e a cv. copa) entre as diferentes combinações de cultivares copa de pereiras europeias e portaenxertos de marmeleiro. Lages, SC, 2014.....	96
Tabela 11 – Identificação dos tipos de incompatibilidade ‘translocada’ e ‘localizada’ das uniões de enxertia em três tipos de combinação cultivar copa/portaenxerto.	97
Tabela 12 – Perfil do comprimento de raízes medidas no perfil do solo no volume de solo de 500 cm ² para as diferentes combinações de cultivares copa de pereira europeia e portaenxertos de marmeleiro na densidade de plantio de 2500 plantas ha ⁻¹ . Lages, SC, 2014.....	111
Tabela 13 – Perfil do comprimento de raízes medidas no perfil do solo no volume de solo de 500 cm ³ para as diferentes combinações de cultivares copa de pereiras europeias e portaenxertos de marmeleiro na densidade de plantio de 5.000 plantas ha ⁻¹	118

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	39
2 REVISÃO DE LITERATURA	42
3 HIPÓTESE GERAL	56
3.1 HIPÓTESES ESPECÍFICAS	56
4 OBJETIVO GERAL	57
4.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	57
CAPÍTULO I	58
5 CRESCIMENTO VEGETATIVO E PRODUTIVIDADE DE PEREIRAS EUROPEIAS SOBRE PORTAENXERTOS DE MARMELEIRO EM SISTEMAS DE MÉDIA, ALTA E SUPER DENSIDADES DE PLANTIO	58
5.1 RESUMO	58
5.2 ABSTRACT	60
5.3 INTRODUÇÃO	62
5.4 MATERIAL E MÉTODOS.....	64
5.4.1 Altura média de plantas (m).....	65
5.4.2 Volume médio de copa (m ³)	66
5.4.3 Incremento de diâmetro do tronco da cv. copa e do portaenxerto (mm)	66
5.4.4 Índice médio de número de gemas por centímetro de ramo (n ^o de gemas cm ⁻¹)	67
5.4.5 Massa fresca média acumulada dos ramos podados (Kg)....	67
5.4.6 Produtividade estimada acumulada (t ha ⁻¹)	67
5.4.7 Eficiência produtiva média (Kg cm ⁻¹).....	68
5.4.8 Análise estatística.....	68
5.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	69
5.5.1 Densidade de plantio 2500 plantas ha ⁻¹	69
5.6 CONCLUSÕES.....	71
5.6.1 Alta densidade de plantio (5000 plantas ha ⁻¹)	73
5.6.1.1 Conclusões.....	75
5.6.2 Superdensidade de plantio (7500 plantas ha ⁻¹).....	76
5.6.2.1 Conclusões.....	78
CAPÍTULO II	80
6 COMPATIBILIDADE DE ENXERTIA ENTRE DIFERENTES CULTIVARES DE PEREIRAS EUROPEIAS E PORTAENXERTOS DE MARMELEIRO	80
6.1 RESUMO	80

6.2 ABSTRACT	82
6.3 INTRODUÇÃO	83
6.4 MATERIAL E MÉTODOS	84
6.4.1 Incremento de diâmetro do tronco da cv. copa e do portaenxerto (mm)	85
6.4.2 Diferença de diâmetro do tronco entre a cv. copa e o portaenxerto	85
6.4.3 Incompatibilidade ‘translocada’	86
6.4.4 Incompatibilidade ‘localizada’	87
6.4.4.1 Análise anatômica interna e externa da região de união dos enxertos	87
6.4.4.2 Observação da conexão vascular na região do enxerto	88
6.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	88
6.5.1 Média densidade de plantio (2500 plantas ha ⁻¹)	88
6.5.1.1 Conclusões	95
6.5.2 Alta densidade de plantio (5000 plantas ha ⁻¹)	95
6.5.2.1 Conclusões	100
CAPÍTULO III	101
7 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO SISTEMA RADICULAR DE DIFERENTES COMBINAÇÕES DE PEREIRAS EUROPEIAS E PORTAENXERTOS DE MARMELEIRO	101
7.1 RESUMO	101
7.2 ABSTRACT	102
7.3 INTRODUÇÃO	104
7.4 MATERIAL E MÉTODOS	107
7.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	109
7.5.1 Média densidade de plantio (2500 plantas ha ⁻¹)	109
7.5.1.1 Conclusões	116
7.5.2 Alta densidade de plantio (5000 plantas ha ⁻¹)	116
7.6 CONCLUSÕES	122
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	123
9 CONSIDERAÇÕES GERAIS	125
REFERÊNCIAS	127
APÊNDICES	148

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a pereira (*Pyrus communis* L.), não se destaca entre as fruteiras de maior expressão de cultivo devido a sua pequena área cultivada de (1900 ha) e baixa produtividade (11 t ha⁻¹) (FAO, 2013). Em decorrência disso, há a necessidade da importação para atender a demanda do mercado interno, configurando-se na atualidade como o segundo maior importador mundial da fruta. Assim, é possível constatar que a cultura da pereira constitui uma importante oportunidade de mercado para os produtores brasileiros, apesar da existência de fatores limitantes de produção, como indefinição de cultivares e portaenxertos adaptados às diferentes regiões potencialmente produtoras, principalmente no sul do Brasil.

Nos principais países produtores de pera europeia, os portaenxertos mais utilizados são pertencentes à pereira comum (*Pyrus communis*. L) e ao marmeleiro (*Cydonia oblonga*. L) (FIDEGHELI E LORETI, 2009). No Brasil, os marmeleiros vêm sendo utilizados como portaenxertos preferenciais para a pereira, com o intuito de proporcionar plantas de pequeno porte e frutificação, já a partir do segundo ano (MACHADO et al., 2013), além de conferir uniformidade aos pomares (PIO et al., 2008; STERN et al., 2009; MILOSEVIC, 2011). Ao contrário, no atual sistema de produção utilizando portaenxertos vigorosos, uma cultivar de pereira europeia, leva em média de seis a sete anos para entrar em produção, devido ao alto vigor conferido às plantas pelo portaenxerto, inviabilizando, desta forma, qualquer agronegócio (PIO et al., 2008).

A necessidade de limitar o desenvolvimento das plantas e acelerar o início da produção tem determinado uma progressiva redução do uso de portaenxertos vigorosos e um aumento na utilização de plantios em alta densidade de plantas. Conforme Wertheim (2002), as plantas de pereira devem ser pouco vigorosas para permitir o plantio em alta densidade, pois, em

todas as regiões produtoras do mundo, os produtores objetivam um retorno de investimento a curto prazo, facilidade de manejo e economia de trabalho.

Com o surgimento de diferentes clones de marmeleiro (*Cydonia oblonga* L.) iniciou-se uma nova fase de produção de pera, caracterizada por menor vigor e uniformidade de produção (QUEZADA et al., 2003). No entanto, existem poucas informações sobre quais tipos de marmeleiros podem ser usados como portaenxertos para as cultivares europeias de pereira, principalmente em relação às diferentes densidades de plantio e seu efeito no controle de vigor das plantas e na melhoria da eficiência produtiva.

Vários trabalhos com a cultura da macieira, relacionam o efeito de diferentes densidades e comprovam a superioridade de plantios em alta densidade comparados aos de baixa densidade (KREUZ, 2002; DENARDI, 2006; KREUZ, et al. 2006; PEREIRA, 2007). Segundo Musacchi (2011), a maior rentabilidade para o cultivo de pereiras europeias pode ser obtido através do aumento na densidade de plantio associado à redução no porte das plantas e, conseqüentemente, redução do vigor, possibilitando incrementos na produtividade e evitando inconstância de produções.

Como a longevidade de um pomar ultrapassa os 20 anos, o produtor aposta em densidades médias ou baixas, não levando em conta o retorno financeiro da cultura nos primeiros sete anos, o que é fundamental para o sucesso econômico de uma propriedade retornar o investimento nos primeiro sete anos.

A carência de informações a respeito do comportamento de cultivares de pereiras europeias sobre portaenxertos de marmeleiro e a definição de densidades de plantio apropriadas, tem limitado o cultivo de pera nas diferentes regiões do sul do país. Com isso, vem se intensificando uma grande busca por cultivares melhor adaptadas às condições edafoclimáticas do sul do Brasil, bem como, a utilização de marmeleiros como

portaenxertos e o efeito de diferentes densidades de plantio no controle do vigor e no incremento da produtividade de pereiras europeias.

Neste contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar agronomicamente os aspectos vegetativos e produtivos de cultivares copa de pereiras europeias (*Pyrus communis*. L) enxertadas sobre portaenxertos de marmeleiro (*Cydonia oblonga*. L) em sistemas de média, alta e super densidades de plantio, nas condições edafoclimáticas de região de altitude do estado de Santa Catarina.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A pereira pertence à família *Rosaceae*, subfamília *Maloideae* e gênero *Pyrus*. Sabe-se que a maior parte do gênero *Pyrus* diferenciou-se no período Terciário em um território montanhoso da atual China Ocidental, dispersando-se a leste e a oeste e adaptando-se às diversas condições de clima e território, diferenciando a espécie atualmente conhecida (FIDEGHELLI, 2009). Segundo Layne e Quamme (1975), a pera possui três centros de diversidade primários:

1. Chinês: onde são cultivadas as espécies *Pyrus pyrifolia*, *Pyrus ussuriensis* e *Pyrusbrestschneideri*;

2. Centro Asiático Central: noroeste da Índia, Afeganistão, Tadjikistão, Usbekistão e parte oeste do Tian-Chan, onde ocorre *Pyrus communis*.

3. Oriente Próximo: interior da Ásia Menor, Transcaucásia, Irã e Terras Altas do Turkemenistão, onde *Pyrus communis* também cresce. É considerado o centro primário de diversidade da espécie *Pyrus communis*.

As espécies de *Pyrus* são autoincompatíveis e geralmente diplóides ($2n=34$). No Brasil, a espécie mais difundida é a *Pyrus communis*. L, popularmente conhecida como pera europeia e híbridos interespecíficos entre *Pyrus communis* e *Pyrus pyrifolia* (QUEZADA et al., 2003). Seedlings e seleções clonais de *Pyrus betulaefolia*, *Pyrus calleryana*, *Pyrus pyrifolia*, *Pyrus ussuriensis* e *Pyrus communis* são utilizadas como portaenxertos na Europa, América do Norte, América do Sul e no leste da Ásia. (QUEZADA e NAKASU, 2003).

Mundialmente, a China é o maior produtor de pera, seguida pela Itália, Índia, Espanha, Argentina, Albânia e Estados Unidos. Estima-se que a produção global seja de 24 milhões de toneladas anuais da fruta, oriundos de 1,6 milhões de hectares cultivados, correspondendo aproximadamente 67% dessa produção à China (FAO, 2013).

O Brasil configura apenas como o quadragésimo quinto produtor, com produção inferior a países com extensões territoriais aquém da maioria dos estados brasileiros (TECCHIO et al., 2011). Segundo dados do IBGE (2013), as áreas de produção nacional estão concentradas basicamente nos estados do Sul e Sudeste brasileiro, com uma produção anual de 21 toneladas e um rendimento médio de 11 t ha^{-1} , ou seja, baixo quando comparado com países vizinhos como Argentina e Chile que em 2011 obtiveram rendimento médio de 26 ton ha^{-1} e 27 t ha^{-1} , respectivamente (FAO, 2013). Em virtude deste cenário, a produção brasileira é insuficiente para atender a demanda interna que consome um volume oito vezes maior (TECCHIO et al., 2011), o que para Fachinello et al., (2011), faz com que a cultura represente uma excelente oportunidade de mercado para os produtores nacionais.

A região do planalto catarinense apresenta grande potencial para o cultivo de pereiras europeias, principalmente as cultivares com maior exigência em horas de frio hibernal, além do grande interesse pelo cultivo por pequenos produtores (Iuchi et al., 2008). Contudo, em decorrência da produção pouco significativa, o Brasil depende fundamentalmente da importação para atender a demanda do mercado interno, configurando-se na atualidade como o segundo maior importador mundial da fruta, tornando-se necessário a geração de novas tecnologias de manejo para a cultura.

A análise detalhada das regiões produtivas de pera evidencia que não existe uma tendência de aumento da produção. Dados estatísticos do IBGE (2013), mostram que de 1990 a 2001 a área cultivada com pereira em território nacional era de aproximadamente 2.000 hectares, atingindo o pico de 2.303 hectares em 1994. A partir de 2001 a área foi reduzida drasticamente, chegando em 2010 a 1.500 hectares, com redução de 25% da área plantada nos últimos vinte anos. Considerando-se as regiões produtoras brasileiras, é possível observar um incremento de 6% da área plantada na região sul e uma redução de 86% da área cultivada na região sudeste. O

estado de Santa Catarina aumentou a área cultivada, passando de 15 hectares cultivados em 1990 para 455,5 hectares em 2013 (EPAGRI, 2013).

Na região sul do Brasil, desenvolveu-se o cultivo de fruteiras de clima temperado, com destaque para a cultura da macieira, onde, segundo Fioravanco (2007), apresentou um notável desenvolvimento e com produtividade média de 50 t ha⁻¹. Isso permitiu ao Brasil passar de importador a exportador. Já o mesmo não acontece com a pereira. Para Rufato (2008), o sucesso da cultura da macieira em relação à exportação é reconhecido no Brasil, porém, toda a maçã exportada representa somente 50% do valor que investimos anualmente na importação de pera.

Conforme Faoro & Nakasu (2001), confrontando a produção de peras no Brasil com o seu consumo, observa-se que a cultura apresenta grande potencial de expansão, principalmente no sul do país, onde existem condições de clima e de solo favoráveis. Além disso, a expansão da cultura pode ser favorecida pela estrutura de armazenagem, frigoconservação e classificação, já existentes para a macieira.

Dentre as dificuldades de expansão da cultura da pereira, pode-se citar a baixa qualidade de frutas de pereiras cultivadas no Brasil, principalmente pela limitação de cultivares adaptadas as regiões potencialmente produtoras, razões pela qual onera o baixo rendimento da produtividade de pereira no país (SILVA et al., 1997; PIO, 2008). De acordo com Giacobbo (2007) e Leite (2001), além da falta de cultivares adaptadas, a falta de informações a respeito dos principais portaenxertos utilizados para a cultura da pereira, também tem interferido negativamente.

Nos principais países produtores de pera europeia, os portaenxertos mais utilizados são pertencentes à pereira europeia (*Pyrus communis*. L) e ao marmeleiro (*Cydonia oblonga*. L) (LOMBARD & WESTWOOD, 1987; FIDEGHELI & LORETI, 2009). No Brasil, os primeiros

pomares de pereira foram implantados com portaenxertos *Pyrus* spp. (PERAZZOLO, 2006). Rufato *et al.* (2004), estimam que o uso de portaenxertos vigorosos esteja presente entre 90 e 95% da área total cultivada, o que para Giacobbo (2007), proporciona às plantas alto vigor e lenta entrada em produção.

Ressalta-se que a moderna pericultura tende a utilizar densidades de plantio mais elevadas para reduzir custos com mão de obra. Com isso, os fruticultores são orientados a utilizar portaenxertos que conferem às plantas menor vigor, a fim de manter um bom *standard* em termos de produtividade e qualidade de frutos. A redução no tamanho das plantas e a precoce entrada em frutificação são objetivos primários nos programas de seleção de portaenxertos de pereira (MICHELESI, 1980; RIVALTA *et al.*, 1994; WERTHEIM, 2002). De acordo com Bianchi, *et al.*, 2002, portaenxertos que induzem vigor excessivo na cultivar copa, tornam difícil o manejo das plantas e retardam a entrada das mesmas em produção, contrariando os princípios da fruticultura moderna. Com isso, a utilização de marmeleiro como portaenxerto tem representado um fator de grande expansão na cultura da pereira, principalmente em função da notável redução de vigor que proporciona às cultivares copa (MARANGONI & MALAGUTI, 2002).

O marmeleiro pode ser utilizado como portaenxerto de algumas espécies de pereira e o seu uso é muito antigo. Manaresi (1950), relata a sua existência na segunda metade dos anos 1500, sendo largamente utilizado e pesquisado somente após a segunda Guerra Mundial. No Brasil, o marmeleiro foi introduzido comercialmente no final da década de 90, revolucionando a cultura da pereira (PERAZZOLO, 2008).

Dentre as principais vantagens proporcionadas pelo marmeleiro como portaenxerto para a cultura da pereira, destacam-se o efeito ananizante, a entrada precoce em produção, a uniformidade do pomar e a facilidade de condução

das plantas (OLIVEIRA et al., 2008). Colombo (2005), relata que o cultivo de pereiras na Itália, desenvolveu-se principalmente na Região da Emilia-Romana nos últimos vinte anos em função da utilização de portaenxertos de marmeleiros.

Conforme Wertheim (2002), nos cultivos atuais as plantas de pereira devem ser pouco vigorosas para permitir o plantio em alta densidade, pois os produtores objetivam um retorno de investimento a curto prazo, facilidade de manejo e economia de trabalho. Com aumento na densidade de plantio, associado à redução no tamanho das plantas, esses objetivos podem ser obtidos. No entanto, em muitas áreas, a cultura da pereira é pouco expandida porque ainda não estão disponíveis portaenxertos ananizantes adequados.

A densidade de plantio e a dimensão das plantas estão associadas à conjuntura econômica de cada época, o uso de portaenxertos com vigor diferenciado, as diferentes condições edafo-climáticas, as características das empresas agrícolas, a necessidade de reduzir custos e a simplificação de operações culturais como poda, raleio de frutos, tratamentos fitossanitários e colheita (SOARES, 2003).

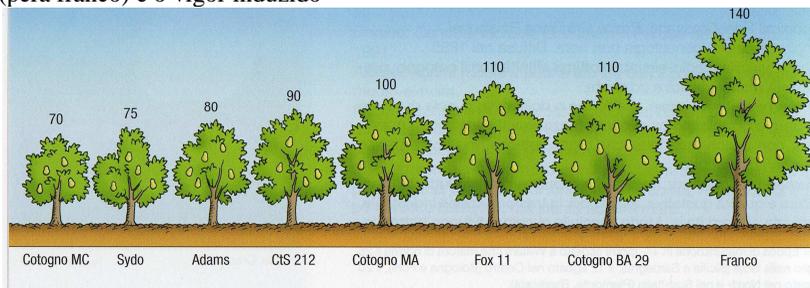
Na primeira metade do século XX, existiam predominantemente pomares de baixa densidade. A partir do final da Segunda Guerra Mundial, começaram a surgir profundas modificações na forma e dimensão das plantas, assim como nos sistemas de plantio. Das 100 a 200 plantas por hectare, rapidamente se atingiu 1500 a 2000 plantas por hectare, e em algumas situações até mais (SOARES, 2003).

Existem relatos na Europa, especialmente na Bélgica, Holanda e Inglaterra que alguns pomares comerciais usaram densidades entre 5000 a 10000 plantas por hectare. Em centros de pesquisa, como a Estação Experimental de Long Ashton (Inglaterra), foi lançada a idéia de “Pomar Prado”, em que as densidades de plantio situavam em torno de 70000 plantas por hectare, podendo em alguns casos atingir 100000 plantas. Estas experiências foram feitas com macieira, usando portaenxertos

de muito fraco vigor (tipo M 27) e aplicação de reguladores de crescimento. Não há referências que relatem para a cultura da pereira densidades que ultrapassem 13000 plantas por hectare (SOARES, 2003).

Na figura 1, observa-se o comportamento de vigor dos diferentes portaenxertos utilizados para a cultura da pereira.

Figura 1 – Portaenxertos de marmeleiro (6), de pera (Fox 11) e um de semente (pera franco) e o vigor induzido



FONTE: Sansavini, 2007.

Para Lauri (2002), baixas densidades (1000 – 1500 plantas ha⁻¹) é a forma mais empregada na Itália, porém manifesta limitações como o alto custo com mão-de-obra e colheita. Já no âmbito da média densidade (3000 plantas ha⁻¹), é possível controlar melhor o vigor das plantas e a grande vantagem é a redução no tempo de poda nos primeiros anos de implantação do pomar (MUSACCHI, 2008). Para densidades de plantio mais elevadas (4000 – 7000 plantas ha⁻¹), as desvantagens seriam o alto custo com materiais para formar o sistema de condução das plantas (SANSVINI & MUSACCHI, 2002).

A busca por maiores densidades de plantio fez com que os fruticultores utilizassem cada vez mais portaenxertos de marmeleiro devido o poder ananizante do mesmo, fato que tem possibilitado a difusão do cultivo de pereiras, porém provocou um aumento dos problemas de compatibilidade com algumas cultivares.

Segundo Fachinello et al. (1996), a enxertia é o principal método de obtenção de mudas para a formação de pomares comerciais. É o processo de multiplicação pela qual parte de uma planta é inserida sobre outra com a qual tenha compatibilidade, passando a desenvolver-se sobre esta planta (LUZ, 1987).

A enxertia, igualmente a outros métodos de propagação vegetativa, permite perpetuar as características genéticas da planta de origem (GEORGE & NISSEN, 1987), além das plantas atingirem a fase produtiva mais rapidamente em relação à propagação por sementes (HERNANDEZ, 2002; HARTMANN et al., 1990). É comumente utilizada para fins comerciais, como forma de propagação de espécies lenhosas e com as partes enxertadas geralmente pertencentes à mesma espécie ou gênero.

Sendo o processo de enxertia a união de dois materiais vegetais geneticamente distintos, o ganho esperado no desempenho da copa está relacionado com a eficiência do portaenxerto utilizado e com a compatibilidade dos tecidos de ambos. Portanto, a compatibilidade é fundamental para o sucesso de um pomar ao longo do tempo (CARLOS et al., 1997).

Entende-se por compatibilidade de enxertia a existência de uma união bem sucedida na região do enxerto e ao desenvolvimento satisfatório da planta. Caso isso não aconteça, tem-se o que é chamado de incompatibilidade de enxertia (HARTMANN et al., 1997). Outra definição que pode ser atribuída à incompatibilidade de enxertia está relacionada à incapacidade de uma conexão perfeita entre o portaenxerto e a copa ou ainda a incapacidade de uma planta enxertada crescer normalmente, levando a ocorrência da morte prematura do enxerto devido a algum tipo de intolerância fisiológica em nível celular (SALAYA, 1999). Conforme Oliveira Junior (1999), duas plantas são incompatíveis quando, por motivos intrínsecos a elas, não são capazes de formar uma união

completa e equilibrada, impossibilitando o desenvolvimento normal da planta. Segundo o mesmo autor, a incompatibilidade surge em decorrência de diferenças nas características de crescimento da copa e do portaenxerto, diferenças fisiológicas e bioquímicas entre os dois ou ainda à produção de alguma substância tóxica de uma parte para a outra. Já Mosse (1958), define incompatibilidade como a ausência de desenvolvimento normal dos tecidos no ponto de enxertia, resultando em feixes vasculares incompletamente lignificados, o que provoca uma interrupção da continuidade vascular e cambial com conseqüentes problemas físicos da união. A descontinuidade dos tecidos é frequentemente observada em espécies frutíferas lenhosas, sendo caracterizada pelo maior crescimento do diâmetro do tronco da copa em relação ao do portaenxerto, o qual, ao longo dos anos, torna-se frágil para sustentar a parte aérea, podendo ocasionar a quebra ou ruptura do caule da planta (FONTANAZZA & BALDONI, 1992).

Segundo Rodrigues et al. (2004), o diâmetro do ponto de enxertia pode representar uma soldadura satisfatória entre a copa e o portaenxerto. Esse diâmetro normalmente é um pouco maior que o do portaenxerto, pela lignificação dos tecidos na união, pois um diâmetro do ponto de enxertia igual ou muito superior ao do portaenxerto pode indicar sintomas de incompatibilidade. A ocorrência deste crescimento no ponto de enxertia, está no fato de que o câmbio do portaenxerto e da copa possuem diferentes taxas de divisão celular, o que difere na velocidade de formação do xilema e do floema. Diferentes taxas de desenvolvimento ocasionam hipertrofia ou redução de crescimento no ponto de união, retardando o transporte de nutrientes elaborados da parte aérea para as raízes, prejudicando o desenvolvimento da planta (RYUGO, 1993).

Alguns sintomas de incompatibilidade em espécies lenhosas incluem o excesso de suberização e espessamento da casca devido o excesso de produção de células crivadas, baixa produção de traqueídeos e acúmulo excessivo de tanino,

indicado por manchas escuras na casca (MUSACCHI, 1996; COPES, 1980).

Sintomas morfofisiológicos da incompatibilidade são: a falta de união firme entre enxerto e portaenxerto, diferenças de crescimento entre os mesmos, que resulta em marcante diferença entre os diâmetros de ambas as estruturas, com excessivo desenvolvimento abaixo, acima ou no ponto de união, amarelecimento das folhas seguido de desfolhamento precoce, crescimento vegetativo reduzido, diferença entre o enxerto e o portaenxerto com relação ao início e final do período vegetativo e a morte prematura de plantas (FACHINELLO et al., 1995; SIMÃO, 1998).

A incompatibilidade pode ser dividida em translocada e localizada (Mosse, 1962). A incompatibilidade translocada ocorre quando alguma substância, como uma toxina, é transportada de um componente do enxerto para o outro e a inserção de um filtro mutuamente compatível não supera esta incompatibilidade. Outras características da incompatibilidade translocada incluem:

- continuidade vascular normal na união, embora possa às vezes haver um supercrescimento da copa, tendo por resultado tecidos comprimidos da casca;

- acumulação de amido na copa e sua quase total ausência abaixo do ponto de enxertia, ou seja, no portaenxerto;

Já a incompatibilidade localizada ocorre na interface do enxerto e requer o contato entre os dois componentes do enxerto, uma vez que a inserção de um filtro mutuamente compatível supera a incompatibilidade (MOSSE, 1962).

Segundo Andrews & Marquez (1993), outras características da incompatibilidade localizada são:

- Necrose do câmbio e descontinuidade dos tecidos vasculares, geralmente com a quebra na união do enxerto;

- As combinações recíprocas demonstram respostas similares à incompatibilidade;

- O sistema radicular fica gradualmente desnutrido, sendo a lenta evolução dos sintomas externos proporcional ao grau de severidade da descontinuidade vascular.

Nesse contexto, observa-se que a incompatibilidade de enxertia pode trazer prejuízos aos pomares comerciais, afetando negativamente o crescimento vegetativo da planta, e por conseqüente, reduzindo o potencial produtivo das mesmas.

As características do sistema radicular e as diversas relações entre raiz e copa que ocorrem em uma planta frutífera em função da combinação copa e portaenxerto, podem incidir profundamente sobre o comportamento da planta com relação à extração de água do solo e no ritmo transpiratório específico (BERGAMINI, et al., 1988).

Na maioria dos estudos que envolvem a experimentação com portaenxertos potenciais para uso na pericultura, o foco principal tem sido a parte aérea, quer seja em experimentos de produtividade, qualidade ou até mesmo de incompatibilidade de enxertia. No entanto, estudos sobre o sistema radicular das plantas são de grande importância por seu papel na sustentação e na absorção de água e nutrientes. As informações sobre a distribuição e a extensão do sistema radicular dos diferentes portaenxertos são fundamentais para tomada de decisões sobre tratos culturais, principalmente os relacionados com espaçamento de plantio, manejo do solo, adubação, irrigação e até mesmo seleção de material adaptados para uma região (NEVES et al., 2008).

O estudo das raízes permite determinar o sucesso de um cultivo, pois, desempenham importantes funções no ciclo vegetal, como produção de aminoácidos, proteínas, hormônios, excreção de açúcares, ácidos orgânicos e componentes minerais; exercem influência ativa na passagem de íons absorvidos no meio, suprindo a parte aérea da planta com produtos de sua conversão; contribuem para a agregação das partículas e abertura de canais ao longo do perfil do solo, beneficiando sua estrutura; atuam na fixação da planta ao solo

(REZENDE et al., 2002). Portanto, em condições ideais, quanto maior for o crescimento radicular por área ou volume de solo, a planta terá acesso a uma maior quantidade de água e nutrientes armazenados no solo e melhor será o resultado do cultivo, sendo a caracterização do crescimento e distribuição das raízes de fundamental importância para explicar a resposta da cultura às práticas de manejo mais adequadas (SANTOS, 2010).

Em solos bem drenados, tem sido observado que o crescimento das raízes pode atingir entre 120 a 150 cm de profundidade, porém, a maior concentração situa-se entre 60 e 90 cm (MOREIRA, 1983). Segundo Atkinson (1980), a maioria das raízes das plantas frutíferas distribui-se horizontalmente em um raio de 2 m, sendo que a maior concentração de radículas situa-se a 0,5 m de profundidade. Cintra et al., (1999), estudando a distribuição do sistema radicular de portaenxertos de citros em ecossistema de tabuleiro costeiro, encontrou independentemente do portaenxerto utilizado, maior concentração de raízes nos primeiros 0,4 m de profundidade (90% de todo o sistema radicular) e 61% distribuídas nos primeiros 0,2 m a partir da superfície do solo. Estudos do sistema radicular têm demonstrado grande diferença entre as espécies na forma, quantidade, profundidade de enraizamento e suscetibilidade à compactação do solo (KEMPER, 1981).

Historicamente, o estudo de processos subterrâneos, envolvendo crescimento de raízes e cinética de absorção de água e de nutrientes, têm sido um grande desafio para cientistas, na medida em que o solo provê uma barreira para a observação e avaliação *in loco* dos processos fisiológicos associados à raiz. Via de regra, a planta ou segmentos da raiz são removidos do substrato, perdendo-se a continuidade física com a rizosfera adjacente e a comunidade microbiana associada. Se pouco se conhece sobre os mecanismos de desenvolvimento do caule, muito menos se sabe sobre os da

raiz. Comparativamente, a gama de informações sobre o desenvolvimento da raiz é exígua, perto do que se sabe sobre a parte aérea (MATTA, 1999).

Existem muitas maneiras para analisar raízes e revisões abrangentes sobre métodos de avaliação do sistema radicular foram realizadas por Böhm (1979) e Köpke (1981). Estes autores descreveram detalhadamente os métodos da escavação, do monólito, do trado, do perfil, do tubo ou paredes de vidro, além de métodos indiretos. Outros métodos utilizam alta tecnologia, como o emprego de fósforo-32 ou rubídio-86 como marcadores ou a utilização de radiografia de nêutrons (AZEVEDO et al., 2011).

A escolha do método depende, entre outros, do objetivo do estudo, da facilidade na coleta dos dados e da disponibilidade de recursos, além do cultivo que está sendo avaliado (JORGE et al.,1996). Vasconcellos et al.,(2003), verificaram a eficiência dos principais métodos utilizados e o que apresentou menor coeficiente de variação e também o menor erro padrão foi o método do perfil, com a quantificação de comprimento das raízes pelo software SIARCS. Segundo Neves et al., (2004), para plantas frutíferas perenes, um dos métodos mais adequados para avaliação *in situ* do sistema radicular é o método do perfil ou trincheira.

O método do perfil ou trincheira, fundamenta-se na abertura de trincheiras para melhor visualização e avaliação da distribuição das raízes da planta em estudo. A avaliação da distribuição de raízes *in situ* consiste em cavar uma trincheira ao lado da planta e remover uma fina camada da parede do perfil, de modo a expor as raízes que, depois são contadas e registradas em desenhos ou tabelas (BOHM, 1979). Uma variação do método tem sido utilizada para análise a partir de imagens digitais (JORGE, 1996). Para cada tipo de cultura é definida uma condição para abertura de trincheira: posição, comprimento, largura e profundidade (JORGE, 1996).

Apesar da importância do sistema radicular e de seu efeito direto na eficiência produtiva das plantas, estudos sobre sistemas radiculares são escassos no Brasil, sobretudo a respeito de portaenxertos de plantas frutíferas lenhosas (NEVES et al., 2004). Assim, as informações sobre desenvolvimento das raízes constituem ferramenta essencial capaz de identificar, dentre as plantas de uma espécie, a que tenha maior capacidade de potencializar características de crescimento e desenvolvimento na sua parte aérea, de modo que determinada espécie possa expressar o seu potencial genético.

Deste modo, devido o desconhecimento do comportamento do sistema radicular dos portaenxertos de pereiras europeias, existe a necessidade de maiores pesquisas. Isso porque para os dois principais gêneros utilizados como portaenxerto no Brasil (*Pyrus spe Cydonia sp*), as informações estão basicamente retidas na interferência destes na parte aérea. Além disso, é interessante que tais informações venham associadas com a utilização de cultivares copas tradicionais com as novas sugestões de enxerto.

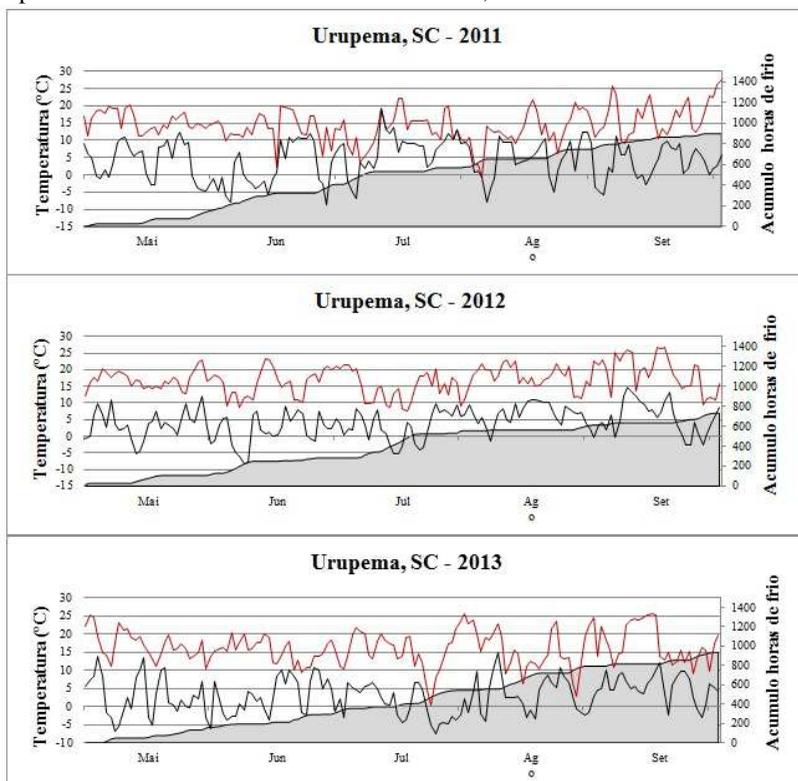
Dada a reduzida disponibilidade de informações referentes a melhor combinação entre cultivares copa de pereiras europeias e portaenxertos de marmeleiro, o objetivo do trabalho foi verificar o comportamento de diferentes genótipos de pereiras europeias em diferentes densidades de plantio, nas condições edafoclimáticas de região de altitude do estado de Santa Catarina.

Na figura 2 estão ilustrados os dados climáticos de temperaturas máximas, mínimas e horas de frio diárias e mensais, respectivamente, relativos ao período de maio a setembro, correspondente aos ciclos 2011/2012, 12/13 e 13/14.

Ressalta-se também a ocorrência de sete geadas no mês de setembro e 93 durante todo o ano de 2011, assim como, oito geadas em setembro e 70 geadas durante o ano de 2012. Já em 2013, foram seis geadas em setembro e 54 geadas durante o

ano. A umidade relativa média durante os anos de estudo foi de 79% (EPAGRI, 2013).

Figura 2 – Temperaturas máximas (—), mínimas (—) e acúmulo de horas de frio com a temperatura < 7,2°C (—) diárias na região de Urupema - SC, durante o período de maio a setembro nos anos de 2011, 2012 e 2013



FONTE: o Autor.

3 HIPÓTESE GERAL

A avaliação de diferentes combinações entre cultivares de pereiras europeias e portaenxertos de marmeleiro, possibilitarão a correta indicação das combinações melhor adaptadas à região de altitude do estado de Santa Catarina.

3.1 HIPÓTESES ESPECÍFICAS

Capítulo I - cultivares de pereiras europeias quando enxertadas sobre diferentes portaenxertos de marmeleiro em média, alta e super densidades de plantio, apresentam características agrônômicas e produtividades semelhantes;

Capítulo II - A compatibilidade morfológica diferencia entre as combinações de cultivares de pereiras europeias e portaenxertos de marmeleiro;

Capítulo III - As diferentes combinações de pereiras europeias e portaenxertos de marmeleiro apresentam crescimento e distribuição do sistema radicular diferenciado;

4 OBJETIVO GERAL

O objetivo do trabalho foi avaliar agronomicamente os aspectos vegetativos e produtivos de cultivares copa de pereiras europeias (*Pyrus communis*. L) enxertadas sobre portaenxertos de marmeleiro (*Cydonia oblonga*. L) em sistemas de média, alta e super densidades de plantio, nas condições edafoclimáticas de região de altitude do estado de Santa Catarina.

4.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Capítulo I – avaliar agronomicamente os aspectos vegetativos e produtivos de cultivares copa de pereiras europeias (*Pyrus communis*. L) enxertadas sobre portaenxertos de marmeleiro (*Cydonia oblonga*. L) em sistemas de média (2500 plantas ha⁻¹), alta (5000 plantas ha⁻¹) e super (7500 plantas ha⁻¹) densidades de plantio, nas condições edafoclimáticas de região de altitude do estado de Santa Catarina.

Capítulo II – caracterizar níveis de incompatibilidade morfológica em diferentes combinações de cultivares copa de pereiras europeias e portaenxertos de marmeleiro.

Capítulo III – caracterizar a distribuição do sistema radicular ao longo do perfil do solo das diferentes combinações de cultivares de pereiras europeias e portaenxertos de marmeleiro, subdivididos em sistemas de média (2500 plantas ha⁻¹) e alta densidade de plantio (5000 plantas ha⁻¹).

Para tal, a tese foi estruturada em três capítulos.

CAPÍTULO I

5 CRESCIMENTO VEGETATIVO E PRODUTIVIDADE DE PEREIRAS EUROPEIAS SOBRE PORTAENXERTOS DE MARMELEIRO EM SISTEMAS DE MÉDIA, ALTA E SUPER DENSIDADES DE PLANTIO

5.1 RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar agronomicamente os aspectos vegetativos e produtivos de cultivares copa de pereiras europeias (*Pyrus communis*. L) enxertadas sobre portaenxertos de marmeleiro (*Cydonia oblonga*. L) em sistemas de média, alta e super densidades de plantio, nas condições edafoclimáticas da região de altitude do estado de Santa Catarina. O experimento foi conduzido na área experimental da empresa Agrícola Fraiburgo S/A, localizada no município de Urupema, estado de Santa Catarina, com altitude de 1425 m, durante os ciclos de cultivo 2011/12, 12/13 e 13/14. No capítulo I, utilizou-se três sistemas, caracterizados neste estudo como média (2500 plantas ha⁻¹), alta (5000 plantas ha⁻¹) e super (7500 plantas ha⁻¹) densidades de plantio. No sistema de média densidade, as combinações entre cultivares de pereiras europeias e portaenxertos de marmeleiro avaliadas foram: Abbè Fetel/Adams, Conference/Adams, Clapp's Favourite/EMA, Santa Maria/Adams, Rocha/Adams, Packham's Triumph/Adams, Decana du Comice/Adams e Packham's Triumph/EMA. Na alta densidade de plantio, avaliou-se as combinações: Conference/EMC, Clapp's Favourite/EMA, Rocha/EMC, Abbè Fetel/EMC, William's/EMC e Packham's Triumph/EMA. Já na super densidade de plantio, as combinações avaliadas foram: Rocha/Adams, Santa Maria/Adams, Packham's Triumph/EMC, Abbè Fetel/EMC, Abbè Fetel/Adams e Rocha/EMC. Na densidade de 2500 plantas ha⁻¹, observou-se para a cv. Abbè

Fetel enxertada sobre marmeleiro Adams, maior vigor quando comparado às demais combinações, com aumento significativo em relação à AMP (altura média de plantas), ao VMC (volume médio de copa), IDC (incremento no diâmetro do tronco da cv. copa), IDPE (incremento no diâmetro do tronco do portaenxerto) e MFTA (massa fresca média total acumulada durante os três ciclos de cultivo), também observado menor IMG (índice médio de número de gemas por centímetro de ramo). Na combinação Clapp's Favourite sobre o marmeleiro EMA, observou-se reduzido vigor, representado pelos índices de AMP, VMC, IDPE, IDC e MFTA. Comparando os componentes de produção como PEA (produtividade estimada acumulada) e EPM (eficiência produtiva média), verificou-se que as combinações Santa Maria/Adams, Packham's Triumph/Adams e Packham's Triumph/EMA apresentaram maior capacidade produtiva. No sistema em alta densidade (5000 plantas ha⁻¹), foi possível observar maior desenvolvimento vegetativo da cv. Packham's Triumph sobre marmeleiro EMA em relação à AMP (altura média de plantas), VMC (volume médio de copa) e IDPE (incremento do diâmetro do tronco do portaenxerto), bem como reduzido crescimento vegetativo das plantas da cv. Clapp's Favourite sobre EMA e William's/EMC, devido ao maior estresse ocorrido em função da incompatibilidade com o respectivo portaenxerto. Em relação aos aspectos produtivos, observou-se maior PEA (produtividade estimada acumulada) e EPM (eficiência produtiva média) para a combinação Packham's Triumph/EMA. No sistema de 7500 plantas ha⁻¹, observou-se para a cv. Abbè Fetel enxertada sobre marmeleiro Adams, maior vigor quando comparado às demais combinações, com aumento significativo em relação à AMP (altura média de plantas), ao VMC (volume médio de copa), IDC (incremento no diâmetro do tronco da cv. copa), IDPE (incremento no diâmetro do tronco do portaenxerto) e MFTA (massa fresca média total acumulada durante os três ciclos de cultivo),

também observado menor IMG (índice médio de número de gemas por centímetro de ramo), sendo considerada uma combinação vigorosa. A combinação Abbè Fetel/EMC, além da significativa redução do vigor pelos índices de VMC, IDPE e MFTA, apresentou maior IMG, juntamente com a combinação Rocha/EMC. Comparando os componentes de produção, como produtividade estimada acumulada e eficiência produtiva média, verificou-se maior capacidade produtiva da combinação Santa Maria/Adams.

Palavras-chave: *Pyrus communis* L., parâmetros vegetativos, cultivares.

5.2 ABSTRACT

The objective was to evaluate the agronomic vegetative and productive aspects of european pear cultivars scion (*Pyrus communis*. L) grafted on rootstocks of quince (*Cydonia oblonga*. L) in medium, high and super planting densities, at conditions the altitude region of the state of Santa Catarina. The experiment was conducted at the experimental field of Agrícola Fraiburgo S/A, located in the municipality of Urupema, state of Santa Catarina, with an altitude of 1425 m during cultivation cycles 2011/12, 12/13 and 13/14. In Chapter I, we used three systems characterized in this study as medium (2500 plants ha⁻¹), high (5000 plants ha⁻¹) and super (7500 plants ha⁻¹) densities. In medium density system, the combinations of european pear cultivars and quince rootstocks evaluated were: Abbè Fetel/Adams, Conference/Adams, Clapp's Favourite/EMA, Santa Maria/Adams, Rocha/Adams, Packham's Triumph/Adams, Decana du Comice/Adams e Packham's Triumph/EMA. In high density planting, we evaluated combinations: Conference/EMC, Clapp's Favourite/EMA, Rocha/EMC, Abbè Fetel/EMC, William's/EMC e Packham's Triumph/EMA. In the super planting density combinations were evaluated: Rocha/Adams,

Santa Maria/Adams, Packham's Triumph/EMC, Abbè Fetel/EMC, Abbè Fetel/Adams e Rocha/EMC. The density of 2500 plants ha⁻¹ was observed for cv. Abbè Fetel grafted on quince Adams, greater vigor when compared to other combinations, significant increase relative to AMP (average height of plants), the VMC (average canopy volume), IDC (growth in trunk diameter of cv. scion), IDPE (increase in diameter of the trunk of the rootstock) and MFTA (fresh weight cumulative total over the three crop cycles) also observed smaller IMG (average index number of buds per centimeter of branch). In combination Clapp's Favourite on quince EMA, we observed reduced vigor, represented by the contents of AMP, VMC, IDPE, IDC and MFTA. Comparing the components of production as PEA (estimated cumulative yield) and EPM (productive efficiency average), found that the combination Santa Maria/Adams, Packham's Triumph/Adams and Packham's Triumph/EMA presented larger production capacity. The system at high density (5000 plants ha⁻¹), we observed greater vegetative growth of cv. Packham's Triumph on quince EMA regarding AMP (average height of plants), VMC (average canopy volume) and IDPE (increment of stem diameter of the rootstock), and reduced vegetative growth of cv. Clapp's Favourite about EMA and William's/EMC, due to increased stress occurred due to a with its rootstock. Towards production aspects, we observed a higher PEA (estimated cumulative yield) and EPM (productive efficiency average) for combination Packham's Triumph/EMA. In the 7500 plants ha⁻¹ system was observed for cv. Abbè Fetel grafted on quince Adams, greater vigor when compared to other combinations, significant increase relative to AMP (average height of plants), the VMC (average canopy volume), IDC (growth in trunk diameter of cv. scion), IDPE (increase in diameter of the trunk of the rootstock) and MFTA (average total fresh mass accumulated during the three crop cycles) also observed lower IMG (average index number of buds per centimeter of branch),

and is considered a vigorous combination. The combination Abbè Fetel/EMC was also a significant reduction in vigor by the contents of VMC, IDPE and MFTA, showed greater IMG, along with the combination of Rocha/EMC. Comparing the components of production, as estimated productivity and average production efficiency, there was a higher productive capacity of combining Santa Maria/Adams.

Key-words: *Pyrus communis* L., *Cydonia oblonga* L., vegetative parameters, cultivars

5.3 INTRODUÇÃO

Relacionando a produção brasileira de pera de 20.000 toneladas ano⁻¹ com seu consumo, na ordem de 200.000 toneladas ano⁻¹ (IBGE, 2013), observa-se que a cultura apresenta grande potencial de expansão, principalmente no sul do país, onde existem condições climáticas e de solo favoráveis, tornando-se uma alternativa consistente para a diversificação da fruticultura de clima temperado nesta região. No entanto, um dos fatores limitantes de produções economicamente satisfatórias está na limitação de cultivares e portaenxertos adaptados às diferentes regiões potencialmente produtoras. Grande parte das áreas de pereira implantadas no Brasil estão enxertadas sobre o portaenxerto *Pyrus calleryana*, o qual proporciona às plantas alto vigor e lento período de entrada em produção (GIACOBBO et al., 2007).

Nos principais países produtores de pera europeia, os portaenxertos mais utilizados são pertencentes à pereira comum (*Pyrus communis*. L) e ao marmeleiro (*Cydonia oblonga*. L) (FIDEGHELI E LORETI, 2009). No Brasil, os marmeleiros vêm sendo utilizados como portaenxertos preferenciais para a pereira, com o intuito de proporcionar plantas de pequeno porte e frutificação, já a partir do segundo ano (MACHADO et al., 2013), além de conferir uniformidade

aos pomares (PIO et al., 2008; STERN et al., 2009; MILOSEVIC, 2011). Ao contrário, no atual sistema de produção utilizando portaenxertos vigorosos, uma cultivar de pereira europeia, leva em média de seis a sete anos para entrar em produção, devido ao alto vigor conferido às plantas pelo portaenxerto, inviabilizando, desta forma, qualquer agronegócio (PIO et al., 2008).

A necessidade de limitar o desenvolvimento das plantas e acelerar o início da produção tem determinado uma progressiva redução do uso de portaenxertos vigorosos e um aumento na utilização de plantios em alta densidade de plantas. Conforme Wertheim (2002), as plantas de pereira devem ser pouco vigorosas para permitir o plantio em alta densidade, pois, em todas as regiões produtoras do mundo, os produtores objetivam um retorno de investimento a curto prazo, facilidade de manejo e economia de trabalho.

Com o surgimento de diferentes clones de marmeleiro (*Cydonia oblonga* L.) iniciou-se uma nova fase de produção de pera, caracterizada por menor vigor e uniformidade de produção (QUEZADA et al., 2003). No entanto, existem poucas informações sobre quais tipos de marmeleiros podem ser usados como portaenxertos para as cultivares europeias de pereira, principalmente em relação às diferentes densidades de plantio e seu efeito no controle de vigor das plantas e na melhoria da eficiência produtiva.

Vários trabalhos com a cultura da macieira, relacionam o efeito de diferentes densidades e comprovam a superioridade de plantios em alta densidade comparados aos de baixa densidade (KREUZ, 2002; DENARDI, 2006; KREUZ, et al. 2006; PEREIRA, 2007). Segundo Musacchi (2011), a maior rentabilidade para o cultivo de peras europeias pode ser obtido através do aumento na densidade de plantio associado à redução no porte das plantas e, conseqüentemente, redução do vigor, possibilitando incrementos na produtividade e evitando inconstância de produções.

Como a longevidade de um pomar ultrapassa os 20 anos, o produtor aposta em densidades médias ou baixas, não levando em conta o retorno financeiro da cultura nos primeiros sete anos, o que é fundamental para o sucesso econômico de uma propriedade retornar o investimento nos primeiro sete anos.

A carência de informações a respeito do comportamento de cultivares de pereiras europeias sobre portaenxertos de marmeleiro e a definição de densidades de plantio apropriadas, tem limitado o cultivo de pera nas diferentes regiões do sul do país. Com isso, vem se intensificando uma grande busca por cultivares melhor adaptadas às condições edafoclimáticas do sul do Brasil, bem como, a utilização de marmeleiros como portaenxertos e o efeito de diferentes densidades de plantio no controle do vigor e no incremento da produtividade de pereiras europeias.

Neste sentido, o objetivo do trabalho foi avaliar agronomicamente os aspectos agrônômicos de cultivares copa de pereiras europeias (*Pyrus communis*. L) enxertadas sobre portaenxertos de marmeleiros (*Cydonia oblonga*. L), em sistemas de média (2500 plantas ha⁻¹), alta (5000 plantas ha⁻¹) e super (7500 plantas ha⁻¹) densidades de plantio nas condições edafoclimáticas de região de altitude do estado de Santa Catarina.

5.4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em pomar comercial de pereira na região de Urupema, estado de Santa Catarina, durante os ciclos de cultivo 2011/12, 2012/13 e 2013/14.

O pomar está localizado à 1425m de altitude, sobre Nitossolo com textura franco argilosa, com teores altos de matéria orgânica, fósforo e potássio. O grau de saturação por alumínio é baixo e de bases muito alto. O clima da região é do tipo mesotérmico úmido Cfb-a, sem estação seca e com verão

ameno e precipitação distribuída durante todo o ano, com índice pluviométrico médio de 1789 mm anual e temperatura média anual de 14°C (EPAGRI, 2013).

A área experimental foi implantada em agosto de 2008, utilizando três espaçamentos de plantio: 1 m entre plantas x 4 m entre linhas, correspondendo a uma densidade de plantio de 2500 plantas ha⁻¹, caracterizado como média densidade; 0,5 m entre plantas x 4 m entre linhas, correspondendo a uma densidade de plantio de 5000 plantas ha⁻¹, caracterizado como alta densidade e 0,3 m entre plantas x 4 m entre linhas, correspondendo a densidade de plantio de 7500 plantas ha⁻¹, caracterizado como super densidade de plantio. As diferentes combinações entre cultivares copa de pereiras europeias e portaenxertos de marmeleiro estão ilustradas na tabela 1.

Tabela 1 – Disposição das diferentes combinações de cultivares copa de pereiras europeias e portaenxertos de marmeleiro em três densidades de plantio. Lages/2014.

Cultivares	Super	Alta	Média
	7.500 plantas ha ⁻¹	5.000 plantas ha ⁻¹	2.500 plantas ha ⁻¹
Portaenxertos			
Abbè Fetel	EMC; Adams	EMC	Adams
Clapp's Favourite	-	EMA	EMA
Conference	-	EMC	Adams
Decana du Comice	-	-	Adams
Packham's Triumph	EMC	EMA	Adams; EMA
Rocha	Adams; EMC	EMC	Adams
Santa Maria	Adams	-	Adams
William's	-	EMC	-

FONTE: o Autor.

Os aspectos vegetativos e produtivos avaliados foram:

5.4.1 Altura média de plantas (m)

Para avaliar o crescimento vegetativo das plantas e o efeito que as diferentes combinações poderiam exercer nas mesmas, procedeu-se a medição da altura das plantas (m) com o auxílio de uma fita métrica a partir do solo até o ápice da

planta. A primeira medição foi efetuada nos ciclos de crescimento 2011/12, 12/13 e 13/14, com as plantas em repouso vegetativo. Após determinado a altura das plantas nos três ciclos, determinou-se a altura média de plantas (m) dos três anos de avaliação.

5.4.2 Volume médio de copa (m^3)

Este procedimento foi realizado durante os três ciclos de avaliação 2011/12, 12/13 e 13/14, com as plantas em repouso vegetativo (inverno), utilizando régua de madeira com 2 m de comprimento, medindo-se a altura da copa (H) (m) a partir do ponto de inserção do primeiro ramo no tronco, bem como a largura (L) (m) e a espessura (E) da copa (m), conhecendo-se o volume de copa através da fórmula ($L \times E \times H$). Determinado o volume de copa nos três ciclos, determinou-se o volume médio de copa (m^3) dos três anos de avaliação.

5.4.3 Incremento de diâmetro do tronco da cv. copa e do portaenxerto (mm)

O diâmetro do tronco, medido a cinco centímetros acima do ponto de enxertia é uma medida correta do vigor, permitindo calcular o índice de produtividade de uma planta, sendo este a relação entre a produção por planta, expressa em kg e o diâmetro do tronco, expresso em mm. Para avaliar o crescimento vegetativo das plantas, procedeu-se à mensuração anual do diâmetro transversal e longitudinal (mm) da cv. copa e do portaenxerto. As plantas foram marcadas a cinco centímetros abaixo e acima do ponto de enxertia, com tinta plástica que se manteve durante todo o período experimental, como forma de garantir que as medidas fossem realizadas na mesma zona de leitura durante os três anos de avaliação. Esta medição foi efetuada com o auxílio de um paquímetro digital, sendo as medidas realizadas nos ciclos 2011/12, 12/13 e 13/14.

Após, calculou-se a diferença entre o diâmetro do portaenxerto e da cv. copa (PE-C), a fim de verificar possíveis sinais de incompatibilidade morfológica.

5.4.4 Índice médio de número de gemas por centímetro de ramo (n° de gemas cm^{-1})

Esta variável foi realizada pela medição de três ramos de ano por planta com auxílio de fita métrica. Após a medição, contou-se o número de gemas (vegetativas e floríferas) presentes no mesmo. Através da relação número de gemas pelo comprimento do ramo, estimou-se o índice de gemas por centímetro de ramo.

5.4.5 Massa fresca média acumulada dos ramos podados (Kg)

A massa dos ramos exportados com a poda pode ser utilizado como um indicador do vigor das plantas, visto o maior ou o menor desenvolvimento vegetativo. Sendo assim, durante a poda de inverno dos três ciclos de cultivo, os ramos podados foram coletados e pesados (Kg) em balança digital.

5.4.6 Produtividade estimada acumulada ($t ha^{-1}$)

A colheita dos frutos foi realizada durante os meses de fevereiro, março e abril dos ciclos de cultivo 2011/12, 12/13 e 13/14. Para proceder a colheita, levou-se em consideração o ponto de maturação dos frutos de cada cultivar avaliada. Para tal, determinou-se o ponto de colheita através da leitura do teor de sólidos solúveis, a fim de quantificar a porcentagem de matéria seca solúvel contida no suco dos frutos, medido com o recurso de um refratômetro digital (escala 0-30%). As medições foram realizadas para dez frutos e definiu-se como valor ideal para colheita um teor de 13° brix. Outra variável avaliada para definir o ponto de colheita dos frutos foi a firmeza de polpa, através do penetrômetro manual com

ponteira de 0,8 mm, acoplado a um suporte de aço e expressa em $\text{Kg}/0,5 \text{ cm}^2$. Para efetuar a leitura, removeu-se uma película fina de epiderme do fruto e realizaram-se duas medições diametralmente opostas por pera, onde se considerou como ponto de colheita, firmeza de polpa de $5,3 \text{ Kg}/0,5 \text{ cm}^2$. A acidez titulável, expressa em g L^{-1} , foi determinada por titulação manual com NaOH a 0,1N e com auxílio de um potenciômetro que marcava o pH, determinando o ponto de titulação quando o pH fosse 8,1. A solução a titular era composta por 10 ml de suco de cinco peras e 10 ml de água destilada. Considerou-se como valor ideal do ponto de colheita para cada cultivar 1,4 g/L.

O peso foi avaliado através da pesagem direta através de balança digital com precisão $\pm 0,01 \text{ Kg}$ e o diâmetro com uma craveira manual com precisão de $\pm 0,01 \text{ mm}$. A produção foi calculada através da correlação do peso do fruto em quilos colhidos em cada parcela. A produtividade estimada foi calculada através da multiplicação do peso total colhido por planta pelo número de plantas na parcela e extrapolado para um hectare em função da densidade de plantio. Para obter a produtividade estimada acumulada, somou-se o rendimento dos três ciclos de cultivo.

5.4.7 Eficiência produtiva média (Kg cm^{-1})

A eficiência produtiva, expressa em Kg. cm^{-1} , foi calculada através da relação entre a produtividade estimada acumulada e o diâmetro do tronco da cv. copa para cada combinação. No final, calculou-se a eficiência produtiva média dos três ciclos de cultivo.

5.4.8 Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições e dez plantas por parcela. Os

resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste de comparação múltipla de médias, utilizando-se Duncan a 5% de probabilidade de erro para determinar as diferenças entre as diferentes combinações de cultivares copa de pereiras europeias e portaenxertos de marmeleiro.

5.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.5.1 Densidade de plantio 2500 plantas ha⁻¹

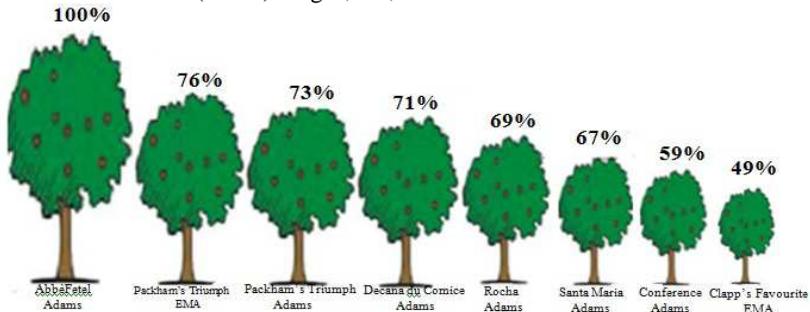
Na cv. Abbè Fetel enxertada sobre marmeleiro Adams observou-se maior vigor quando comparado às demais combinações, com aumento significativo em relação à AMP (altura média de plantas), ao VMC (volume médio de copa), IDC (incremento no diâmetro do tronco da cv. copa), IDPE (incremento no diâmetro do tronco do portaenxerto), nesse caso semelhante à Packham's Triumph/EMA, MFTA (massa fresca média total acumulada durante os três ciclos de cultivo), bem como, um dos menores IMG (índice médio do número de gemas por centímetro de ramo) e PEA (produtividade estimada acumulada de três anos de cultivo) (Tabela 2). Nesta combinação, observou-se baixa capacidade produtiva em termos de produtividade estimada acumulada e eficiência produtiva média. Pasa et al. (2012), em estudos de pereira cv. Carrick, verificou que portaenxertos mais vigorosos foram menos produtivos, pela maior competição entre crescimento vegetativo e produção. Os mesmos autores, ao estudarem a cv. Packham's Triumph sobre o marmeleiro Adams, observaram menor vigor e maior produção que portaenxertos mais vigorosos, como o *Pyrus calleryana*. Alonso et al. (2011), ao estudar o portaenxerto Adams, considerado de baixo vigor, constatou que o mesmo foi mais produtivo com 'Doyenne du Comice' e menos produtivo com Conference, sugerindo a ocorrência de interação entre a cv. copa e o portaenxerto.

Na combinação Clapp's Favourite sobre o marmeleiro EMA, observou-se reduzido vigor, representado pelos baixos

valores de AMP, VMC, IDPE, IDC e MFTA, confirmado neste trabalho pelo maior IMG (Tabela 2), que de acordo com Hartmann et al. (2002), o maior IMG deve-se ao menor crescimento vegetativo da planta, que melhora o balanço entre parte vegetativa e reprodutiva, como resposta a menor translocação ascendente e descendente da seiva. Este reduzido vigor é causado pela incompatibilidade morfológica observada entre a cv. Clapp's Favourite e o portaenxerto EMA, conforme observado por Westwood e Roberts (1965), confirmado neste estudo e descrito no capítulo II. De acordo com Ciobotari et al. (2010), esta incompatibilidade está associada com a descontinuidade dos vasos do xilema e floema, dificultando o fluxo da seiva para a cv. copa produzindo maior acúmulo de carboidratos na parte superior.

Considerando-se a altura média de plantas (AMP) e o incremento do diâmetro do tronco da cv. copa (IDC) e fixando a combinação Abbè Fétel/Adams como sendo a mais vigorosa (100%), observa-se redução do vigor em termos de altura média de plantas em, 51% Clapp's Favourite/EMA, 41% Conference/Adams, 33% Santa Maria/Adams, 31% Rocha/Adams, 29% Decana du Comice/Adams, 27% Packham's Triumph/Adams e 24 % com relação à Packham's Triumph/EMA (Figura 3).

Figura 3 – Vigor comparativo (%) entre as diferentes combinações de cultivares copa de pereiras europeias e porta enxertos de marmeleiro sobre a combinação Abbè Fétel/Adams (100%). Lages, SC, 2014.



FONTE: o Autor.

Comparando os componentes de produção como produtividade estimada acumulada (PEA) e eficiência produtiva média (EPM), observou-se que as combinações Santa Maria/Adams, Packham's Triumph/Adams e Packham's Triumph/EMA, apresentaram maior capacidade produtiva que as demais combinações testadas.

Contudo, apesar da menor produtividade estimada acumulada da combinação Rocha/Adams em relação às demais combinações, a mesma pode ser considerada satisfatória para a região, ao levar em consideração o alto preço de mercado, variando de R\$ 4,73 a R\$ 6,71 quilo (CEAGESP, 2014).

Pode-se observar que o vigor intermediário das plantas em termos de AMP, VMC, IDPE, IDC e MFTA proporcionou um adequado equilíbrio entre parte vegetativa e reprodutiva, conferindo maior produtividade estimada acumulada e eficiência produtiva média (Tabela 3). Desta forma, estas respectivas combinações podem ser uma alternativa para pomares modernos no Brasil em sistema de média densidade de plantio, pois, segundo Sansavini et al. (2008), esta densidade promove redução do vigor e por consequente, permite produções mais precoces, com maior eficiência produtiva, melhor qualidade de frutos, redução de gastos com poda e retorno econômico mais rápido.

5.6 CONCLUSÕES

- A cv. Abbè Fetel sobre marmeleiro Adams não é recomendado o plantio comercial pelo vigor excessivo das plantas, induzindo baixa eficiência produtiva em sistema de média densidade de plantio.

- A combinação Clapp's Favourite/EMA, nas condições edafoclimáticas avaliadas, não é recomendado devido o fraco desenvolvimento vegetativo das plantas.

- Para a região de Urupema em condições de média densidade de plantio (2500 plantas ha⁻¹), as combinações

recomendadas para plantio comercial são: Santa Maria/Adams, Packham's Triumph/Adams e Packham's Triumph/EMA por conferirem as maiores produtividades.

Tabela 2 – Altura de plantas (AP), altura média de plantas (AMP), volume de copa (VC), volume médio de copa (VMC), incremento de diâmetro do tronco da cv. Copa (IDC), índice do número de gemas por centímetro de ramo (IG), índice médio do número de gemas por centímetro de ramo (IMG), massa fresca de poda de inverno (MFA) massa fresca média total acumulada de poda de inverno dos 3 anos (MFTA) e incremento no diâmetro do tronco do portaenxerto (IDPE), de cultivo em oito cultivares de pereiras europeias enxertadas sobre marmeleiros Adams ou EMA, em sistema de média densidade de plantio (2500 plantas ha⁻¹), na região de Urupema-SC, Brasil, durante os ciclos agrícolas 2011/12, 12/13 e 13/14.

Combinação	AP (m)	AP (m)	AP (m)	AMP(m)	VC (m ³)	VC (m ³)	VC (m ³)	VMC (m ³)	IDC (mm)
	2011	2012	2013	2011/12/13	2011	2012	2013	2011/12/13	2011/14
Abbè Fetel/Adams	3,82 a	3,90 a	3,78 a	3,84 a	4,22 a	4,26 a	4,15 a	4,21 a	21,33 a
Clapp's Favourite/EMA	1,74 e	1,94 e	1,66 e	1,78 e	0,54 f	0,80 e	0,85 e	0,73 d	5,67 e
Conference/Adams	2,37 d	2,23 de	2,04 d	2,29 d	2,54 ed	2,36 ed	1,81 d	2,24 c	12,33 d
Decana du Comice/Adams	2,73 bcd	2,80 bc	2,65 bc	2,73 bc	1,72 d	1,89 d	1,91 d	1,84 e	10,67 d
Packham's Triumph/Adams	2,83 bc	2,95 b	2,68 bc	2,81 bc	3,49 b	3,52 ab	3,23 bc	3,41 b	17,33 bc
Packham's Triumph/EMA	2,96 b	2,94 b	2,95 b	3,12 b	3,09 bc	2,90 bc	3,01 c	3,00 b	19,33 b
Rocha/Adams	2,69 bcd	2,87 bc	2,37 cd	2,65 c	2,66 ed	3,69 ab	3,89 ab	3,41 b	16,00 bc
Santa Maria/Adams	2,47 ed	2,49 ed	2,50 e	2,66 e	2,24 de	3,71 ab	3,18 bc	3,04 b	13,28 cd
CV (%)	7,10	8,50	8,00	5,00	13,60	17,60	16,10	10,90	11,60
Combinação	IG	IG	IG	IMG	MFA (Kg)	MFA	MFA (Kg)	MFTA (Kg)	IDPE (mm)
	2011	2012	2013	2011/12/13	2011	2012	2013	2011/12/13	2011/12/13
Abbè Fetel/Adams	0,42 ab	0,42 b	0,47 b	0,44 cd	15,82 a	17,87 a	19,34 a	53,03 a	24,00 a
Clapp's Favourite/EMA	0,49 a	0,72 a	0,75 a	0,65 a	1,03 a	1,94 c	1,49 d	4,46 e	11,00 e
Conference/Adams	0,39 b	0,48 b	0,54 b	0,47 b	7,33 bc	9,77 b	5,67 c	22,77 e	13,67 de
Decana du Comice/Adams	0,47 a	0,47 b	0,47 b	0,47 b	3,17 de	7,87 b	6,00 c	17,03 ed	15,00 cd
Packham's Triumph/Adams	0,42 ab	0,45 b	0,51 b	0,45 c	5,33 cd	17,33 a	11,40 b	34,07 b	19,00 b
Packham's Triumph/EMA	0,41 b	0,44 b	0,47 b	0,44 cd	9,00 b	16,21 a	11,63 b	36,97 b	22,33 ab
Rocha/Adams	0,48 ab	0,47 b	0,49 b	0,47 b	6,00 bcd	10,40 b	6,64 c	23,03 c	17,67 bc
Santa Maria/Adams	0,39 b	0,42 b	0,48 b	0,43 d	2,87 de	5,76 bc	4,00 ed	12,63 d	14,67 cd
CV (%)	10,20	11,30	9,40	7,20	23,00	22,90	21,90	14,10	10,10

FONTES: o Autor.

NOTAS: Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 3 – Produtividade estimada (PE), eficiência produtiva (EP), produtividade estimada acumulada (PEA) e eficiência produtiva média (EPM) em oito cultivares de pereiras europeias enxertadas sobre marmeleiros Adams ou EMA, em sistema de média densidade de plantio (2500 plantas ha⁻¹), na região de Urupema-SC, Brasil, durante os ciclos agrícolas 2011/12, 12/13 e 13/14.

Combinação	PE t ha ⁻¹	PE t ha ⁻¹	PE t ha ⁻¹	EP Kg cm ⁻¹	EP Kg cm ⁻¹	EP Kg cm ⁻¹	PEA t ha ⁻¹	EPM Kg cm ⁻¹
AbbèFetel/Adams	1,13 d	0,30 f	4,44 c	0,06 d	0,02 e	0,23 c	5,87c	0,10d
Clapp´s Favourite/EMA	0,20 d	0,03 g	0,35 c	0,02 d	0,04 de	0,11c	0,57c	0,05d
Conference/Adams	0,54 d	0,01 g	0,44 c	0,04 d	0,02 e	0,10 c	1,00 c	0,05 d
Decana duComice/Adams	3,69 c	0,60 e	0,59 c	0,23 c	0,06 de	0,13 c	4,89 c	0,14 d
Packham´sTriumph/Adams	5,91 b	6,89 a	18,77 ab	0,37 b	0,59 a	1,17 ab	31,57 a	0,71 b
Packham´sTriumph/EMA	5,99 b	0,94 d	23,67 a	0,35 b	0,09 d	1,40 a	30,63 a	0,61bc
Rocha/Adams	4,78 bc	2,86 c	13,33 b	0,33 bc	0,31 c	0,93 b	20,97 b	0,52 c
Santa Maria/Adams	14,72 a	4,60 b	13,39 b	1,07 a	0,49 b	0,97 b	32,71 a	0,84 a
CV (%)	10,30	6,10	14,50	20,30	15,10	14,80	20,80	17,40

FONTE: o Autor.

NOTAS: Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

5.6.1 Alta densidade de plantio (5000 plantas ha⁻¹)

Observa-se maior desenvolvimento vegetativo da cv. Packham´s Triumph sobre marmeleiro EMA em relação às demais combinações analisadas, considerando AMP (altura média de plantas) e VMC (volume médio de copa), com valores de 3,00 m e 3,18 m³, respectivamente (Tabela 4). A cultivar Packham´s Triumph apresenta alto desenvolvimento vegetativo quando enxertada com os marmeleiros Adams e EMC, confirmando os resultados encontrados por Tomaz et al., (2009), descrevendo esta cultivar como sendo vigorosa.

Foi observado um reduzido crescimento vegetativo das plantas da cv. Clapp´s Favourite/EMA e William´s/EMC, devido ao maior estresse ocorrido em função da incompatibilidade com o respectivo portaenxerto, observado neste estudo e descrito no capítulo II. (Tabela 4). Estas combinações, devido o fraco vigor diferenciaram pouco material reprodutivo, afetando negativamente o potencial produtivo da planta, confirmado através da baixa eficiência produtiva (Tabela 4).

Em relação ao IMG (índice médio do número de gemas por centímetro de ramo), a cv. Clapp's Favourite/EMA conferiu vigor excessivamente reduzido às plantas em relação às demais combinações, observado neste estudo pelo maior número de gemas por centímetro de ramo ($0,58 \text{ gemas cm}^{-1}$), (Tabela 4). De acordo com Hartmann et. al., (2002), este menor vigor das plantas, confere maior índice de gemas por centímetro de ramo, explicando de certo modo, o maior número de gemas da referida combinação. Contudo, ressalta-se que devido o reduzido vigor em termos de altura média de plantas (AMP), volume médio de copa (VMC), incremento de diâmetro do tronco da cv. copa (IDC), incremento do diâmetro do tronco do portaenxerto (IDPE) e massa fresca total acumulada (MFTA), houve desequilíbrio entre parte vegetativa e produtiva, com uma relação folha/fruto insuficiente, conferindo assim, baixa produtividade estimada acumulada (PEA) e eficiência produtiva média (EPM).

Analisando-se o efeito das diferentes combinações no IDPE (incremento do diâmetro do tronco do portaenxerto), observou-se um comportamento semelhante aos valores de AMP e VMC, tendo as plantas da cv. Packham's Triumph/EMA maior vigor (Tabela 4). Em relação ao IDC (incremento do diâmetro do tronco da cv. copa), observou-se maior vigor para as combinações Packham's Triumph/EMA, Abbè Fetel/EMC e Conference/EMC.

As combinação Packham's Triumph/EMA, Rocha//EMC e Abbè Fetel/EMC, obtiveram menor massa fresca média total acumulada dos três anos de poda de inverno (MFTA) (Tabela 4), confirmando os resultados encontrados por Shaffer et al., (2004), quando relataram as diferenças dos portaenxertos em relação ao vigor conferido às plantas. Argenta (2009), relata que a cv. Abbè Fetel quando enxertada sobre os marmeleiros Adams e EMC, necessitam de uma maior intervenção durante a poda de inverno, principalmente quando as plantas não foram

submetidas à poda verde anteriormente, para ambos os portaenxertos.

Comparando os componentes de produção, como produtividade estimada acumulada, verificou-se maior capacidade produtiva a combinação Packham's Triumph/EMA, possivelmente ao maior equilíbrio na relação fonte e dreno (Tabela 4). Apesar da menor produtividade estimada acumulada (PEA) da combinação Rocha/EMC em relação à combinação Packham's Triumph/EMA, a mesma pode ser considerada satisfatória ao levar em consideração o alto preço de mercado, variando de R\$ 4,73 a R\$ 6,71 quilo (CEAGESP, 2014).

5.6.1.1 Conclusões

- Para a região de Urupema recomenda-se o plantio comercial das combinações Packham's Triumph/EMA e Rocha/EMC, em virtude da maior produção acumulada e da maior eficiência produtiva em alta densidade de plantio.

- O plantio das combinações Clapp's Favourite/EMA, William's/EMC não é recomendado devido o fraco desenvolvimento vegetativo das plantas.

Tabela 4 – Altura média de plantas (AMP), volume médio copa (VMC), índice médio do número de gemas por centímetro de ramo (IMG), incremento no diâmetro do tronco da cv. copa (IDC), incremento no diâmetro do tronco do portaenxerto (IDPE), massa fresca média total acumulada de poda de inverno dos 3 anos (MFA), produtividade estimada acumulada dos três anos de cultivo (PE) e eficiência produtiva média (EP) de cultivo em seis cultivares de pereiras europeias enxertadas em marmeleiros EMA ou EMC, em sistema de média densidade de plantio (5000 plantas ha⁻¹), na região de Urupema-SC, Brasil, durante as safras agrícolas de 2011/12, 12/13 e 13/14.

Combinação	AMP (m)	VMC (m ³)	IMG (gemas cm ⁻¹)	IDC (mm)	IDPE (mm)	MFA (Kg)	PE (t ha ⁻¹)	EP (Kg cm ⁻¹)
Packham'sTriumph/EMA	3,00 a	3,18 a	0,42 c	16,00 a	18,00 a	29,57 a	49,57 a	0,46 a
Rocha/EMC	2,66 b	2,74 b	0,45 c	10,00 b	14,33 b	21,73 ab	37,67 b	0,44 a
AbbèFetel/EMC	2,56 b	2,03 c	0,53 b	11,67 ab	15,23 b	29,03 a	12,00 c	0,11 b
Conference/EMC	2,42 b	1,58 d	0,45 c	11,71 ab	15,00 b	18,00 bc	7,10 d	0,07 b
William's/EMC	1,87 c	1,33 d	0,54 b	3,67 c	10,68 c	11,27 cd	0,90 e	0,01 b
Clapp'sFavourite/EMA	1,79 c	0,58 e	0,58 a	7,33 bc	10,00 c	8,57 d	0,87 e	0,01 b
CV (%)	6,30	9,00	5,00	9,20	8,30	22,70	10,10	16,50

FONTE: o Autor.

NOTAS: Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

5.6.2 Superdensidade de plantio (7500 plantas ha⁻¹)

Na combinação Abbè Fetel/Adams observa-se maior desenvolvimento vegetativo quando comparado às demais combinações, pois apresenta significativamente maior relação ao VMC (volume médio de copa), IDC (incremento do diâmetro do tronco da cv. copa) e IDPE (incremento do diâmetro do tronco do portaenxerto) e IMG (índice médio do número de gemas por centímetro de ramo), sendo considerada vigorosa. Pode-se atribuir o maior vigor da referida combinação pela menor incompatibilidade de enxertia com o portaenxerto Adams, quando enxertado com o marmeleiro EMC, observado neste estudo no capítulo II. Esta baixa incompatibilidade também foi observada por (SANSAVINI et al. (1997), em estudos desses portaenxertos com a cv. Abbè Fetel. Segundo HARTMANN et al., (2002), o maior IMG deve-se ao menor crescimento vegetativo da planta que, neste caso, melhora o balanço entre a parte vegetativa e reprodutiva,

como resposta a menor translocação ascendente e descendente da seiva.

A combinação Abbè Fetel/Adams apresentou maior MFTA (massa fresca média total acumulada dos três anos de poda de inverno) de material vegetal (Tabela 5). Shaffer et al. (2004), observaram o mesmo comportamento quando relataram as diferenças dos portaenxertos em relação ao vigor conferido às plantas, necessitando de uma maior intervenção durante a poda de inverno, principalmente quando as plantas não foram submetidas à poda verde anteriormente.

A combinação Abbè Fetel/EMC apresentou maior IMG, juntamente com a combinação Rocha/EMC (Tabela 5), caracterizando assim que o portaenxerto EMC induz menor vigor para as cultivares Abbè fetel e Rocha, característica esta já observada por Bianchi et al. (2002), em estudos com o portaenxerto de marmeleiro EMC, o qual induziu a formação de plantas menos vigorosas e com baixo desenvolvimento vegetativo.

Comparando os componentes de produção, como produtividade estimada acumulada (PEA) e eficiência produtiva média, verificou-se maior capacidade produtiva da combinação Santa Maria/Adams. O vigor intermediário das plantas da referida combinação em relação às demais (Tabela 06), promoveu um melhor equilíbrio entre parte vegetativa e reprodutiva conferindo uma maior eficiência produtiva a estas variedades, visto a menor arborescência das plantas.

Com base nos resultados obtidos, verificou-se que a produtividade está relacionada de forma negativa com o vigor, onde as combinações que apresentaram maior vigor, obtiveram produtividades inferiores, concordando com Prezotto (2008), ao afirmar que as plantas melhores equilibradas entre parte vegetativa e reprodutiva, apresentam, de certo modo, características positivas devido à redução do vigor. Porém, volume de copa demasiadamente reduzido pode resultar em um fraco desenvolvimento da planta com baixa quantidade de

material reprodutivo (brindilas, esporões, etc) durante os anos de produção, afetando o potencial da planta, pois o portaenxerto utilizado em pereira afeta profundamente o comportamento da cultivar e pode proporcionar uma diferença de até 50% ou mais no rendimento de uma mesma cultivar. Wolf e Pool (1988) e Parejo et al. (1995), relatam que a produtividade se correlaciona de forma negativa com o vigor da planta. Por outro lado, outros autores destacam que dentro de certos limites, portaenxertos que promovem um aumento no crescimento vegetativo terão um efeito positivo na produtividade (EZZAHOUANI & WILLIAM'S, 1995; MAIN et al., 2002; MCKENRY et al., 2004).

5.6.2.1 Conclusões

- A cv. Abbè Fetel sobre marmeleiro Adams não é recomendado para plantio comercial em sistema de super densidade de plantio na região em estudo, devido o alto vigor das plantas e a baixa produtividade.

- A combinação Abbè Fetel/EMC, nas condições edafoclimáticas avaliadas, não é recomendada devido o fraco desenvolvimento vegetativo das plantas.

- Para a região de Urupema, SC, em condições de super densidade de plantio (7500 plantas ha⁻¹), é indicado o plantio da cultivar Santa Maria enxertada sobre marmeleiro Adams, combinação que proporcionou a maior produtividade estimada acumulada em plantas entre quatro (4) a seis (6) anos após o plantio.

- Por apresentar baixa produtividade estimada acumulada, não são indicadas para plantio as combinações Abbè Fetel/EMC e Abbè Fetel/Adams.

Tabela 5 – Altura de plantas m (AP), altura média de plantas m (AMP), volume de copa m³ (VC), volume médio de copa m³ (VMC), incremento de diâmetro do tronco da cv. copa mm (IDC), índice do número de gemas por centímetro de ramo (IG), índice médio do número de gemas por centímetro de ramo (IMG), massa fresca de poda de inverno (MFA), massa fresca média total acumulada de poda de inverno dos 3 anos (MFTA) e incremento no diâmetro do tronco do portaenxerto (IDPE), de cultivo em seis cultivares de pereiras europeias enxertadas em marmeleiros Adams ou EMC, em sistema de super densidade de plantio (7500 plantas ha⁻¹), na região de Urupema-SC, Brasil, durante os ciclos agrícolas 2011/12, 12/13 e 13/14.

Combinação	AP 2011	AP 2012	AP 2013	AMP 2011/12/13	VC 2011	VC 2012	VC 2013	VMC 2011/12/13	IDC 2011/14
Abbè Fetel/Adams	2,96 a	2,93 a	3,92 a	3,27 a	2,69 a	3,62 a	3,09 a	3,14 a	14,67 a
Santa Maria/Adams	2,95 a	2,59 b	3,00 b	2,86 ab	2,51 ab	3,40 ab	2,27 b	2,73 b	11,00 b
Rocha/Adams	2,45 b	2,57 b	3,04 b	2,69 bc	2,35 abc	3,55 a	2,40 b	2,76 b	11,00 b
Packham's Triumph/EMC	2,22 b	2,26 c	3,08 b	2,52 cd	2,06 bc	2,63 ab	2,10 b	2,27 c	5,00 d
Abbè Fetel/EMC	1,90 c	2,25 c	2,27 c	2,14 e	2,29 abc	2,14 b	1,13 c	1,86 d	7,00 cd
Rocha/EMC	1,81 c	2,17 c	2,80 bc	2,27 de	1,88 c	2,90 ab	1,69 bc	2,15 d	10,33 bc
CV (%)	6,10	11,60	6,70	6,50	11,90	21,00	15,10	6,00	19,00
Combinação	IG 2011	IG 2012	IG 2013	IMG 2011/12/13	MFA 2011	MFA 2012	MFA 2013	MFTA 2011/12/13	IDPE 2011/12/13
Abbè Fetel/Adams	0,30 c	0,32 d	0,48 bc	0,36 d	6,67 a	10,40 a	8,10 a	25,17 a	21,00 a
Santa Maria/Adams	0,49 a	0,49 b	0,43 c	0,47 bc	3,34 c	8,35 b	4,33 b	16,02 bc	17,00 b
Rocha/Adams	0,35 bc	0,49 b	0,45 c	0,44 c	5,18 b	6,77 bc	4,34 b	16,29 b	17,67 b
Packham's Triumph/EMC	0,38 bc	0,36 c	0,56 ab	0,43 c	3,48 c	6,80 bc	3,73 b	14,01 bc	11,00 c
Abbè Fetel/EMC	0,44 ab	0,55 a	0,57 a	0,53 a	1,93 d	3,40 d	2,07 c	7,40 d	11,33 c
Rocha/EMC	0,40 abc	0,54 a	0,51 abc	0,49 ab	2,94 cd	5,68 c	3,71 b	12,33 c	13,67 c
CV (%)	10,00	8,60	5,40	5,40	19,80	15,50	20,70	13,00	10,80

FONTE: o Autor.

NOTAS: Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 6 – Produtividade estimada t ha⁻¹ (PE), eficiência produtiva Kg cm⁻¹ (EP), produtividade estimada acumulada t ha⁻¹ (PEA) e eficiência produtiva média Kg cm⁻¹ (EPM) em seis cultivares de pereiras europeias enxertadas sobre marmeleiros Adams ou EMA, em sistema de super densidade de plantio (7500 plantas ha⁻¹), na região de Urupema-SC, Brasil, durante os ciclos agrícolas 2011/12, 12/13 e 13/14.

Combinação	PE 2011/12	PE 2012/13	PE 2013/14	EP 2011/12	EP 2012/13	EP 2013/14	PEA 2011/12/13	EPM 2011/12/13
Abbè Fetel/Adams	1,57 d	0,10 e	3,33 d	0,03 e	0,10 e	0,10 d	5,03 d	0,04 d
Santa Maria/Adams	37,61 a	19,73 a	32,73 a	0,84 a	0,99 a	0,83 a	90,07 a	0,59 a
Rocha/Adams	6,62 c	3,83 d	22,42 b	0,16 c	0,53 b	0,53 b	32,87 b	0,24 b
Packham's Triumph/EMC	4,08 cd	8,47 b	11,67 c	0,11 cd	0,30 c	0,30 c	24,22 c	0,13 c
Abbè Fetel/EMC	1,96 d	0,10 e	1,25 d	0,05 de	0,02 f	0,01 d	3,31 d	0,03 d
Rocha/EMC	10,49 b	5,70 c	8,62 c	0,28 b	0,23 d	0,23 c	24,81 c	0,17 c
CV (%)	10,10	6,10	17,10	14,20	8,00	15,40	12,20	17,10

FONTE: o Autor.

NOTAS: Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

CAPÍTULO II

6 COMPATIBILIDADE DE ENXERTIA ENTRE DIFERENTES CULTIVARES DE PEREIRAS EUROPEIAS E PORTAENXERTOS DE MARMELEIRO

6.1 RESUMO

A carência de informações a respeito da(s) melhor(es) combinação(ões) de cultivares copa de pereiras europeias e portaenxertos de marmeleiro em relação a compatibilidade de enxertia é um dos fatores que tem limitado o cultivo de pera no país. O objetivo do trabalho foi avaliar morfológicamente a compatibilidade morfológica de enxertia entre cultivares copa de pereiras europeias e portaenxertos de marmeleiro. O experimento foi conduzido na área experimental de pereiras europeias e portaenxertos de marmeleiro, na empresa Agrícola Fraiburgo S/A, localizada na cidade de Urupema, estado de Santa Catarina, a uma altitude de 1425 m, durante os ciclos de cultivo 2011/12, 12/13 e 13/14. A área experimental foi implantada em agosto de 2008. O plantio foi realizado com mudas pré-formadas, através do método de enxertia por garfagem inglês complicado realizada em 2006 (avaliação da compatibilidade de enxertia oito anos após a realização da mesma) e o sistema de condução adotado foi o líder central. As combinações cultivar/copa de pereiras europeias e portaenxertos de marmeleiro dispostas em sistema de média densidade de plantio foram: Abbè Fetel/Adams, Decana du Comice/Adams, Clapp's Favourite/EMA, Rocha/Adams, Packham's Triumph/EMA e Santa Maria/Adams. Já no sistema em alta densidade de plantio, as combinações estudadas foram: Rocha/EMC, Abbè Fetel/EMC e William's/EMC. A avaliação da compatibilidade de enxertia consistiu na análise de crescimento e conexão vascular no ponto de enxertia para ambos os experimentos. No sistema de média densidade de

plântio (2500 plantas ha⁻¹), houve incompatibilidade do tipo 'localizada' na combinação Clapp's Favourite/EMA pela descontinuidade vascular na região de união do enxerto, impedindo a passagem do corante. As combinações Rocha/Adams e Abbè Fetel/Adams apresentaram união vascular contínua entre cultivar e portaenxerto, não havendo descontinuidade vascular e conseqüente incompatibilidade. As combinações Santa Maria/Adams, Decana du Comice/Adams e Packham's Triumph/EMA apresentaram boa união na zona de enxertia pela continuidade da linha de união na casca e no lenho. A combinação Clapp's Favourite/EMA não é recomendada devido a incompatibilidade morfológica encontrada. São indicadas as combinações Abbè Fetel e Rocha sobre Adams, devido à compatibilidade total existente. As combinações Santa Maria/Adams, Decana du Comice/Adams e Packham's Triumph/EMA podem ser recomendadas devido à compatibilidade parcial de enxertia, sendo indicadas para alta e super densidades de plântio. No sistema em alta densidade (5000 plantas ha⁻¹), observa-se a existência de incompatibilidade 'localizada' na combinação William's/EMC, observando-se clara descontinuidade vascular na região de união do enxerto, não permitindo a passagem do corante, não sendo recomendado a enxertia. Situação oposta pode ser observada para as cvs. Rocha e Abbè Fetel enxertadas sobre marmeleiro EMC, onde se verificou descontinuidade parcial na casca e nos vasos xilemáticos entre o portaenxerto e a cv. copa, caracterizada pelo acúmulo do corante na região do enxerto, apresentando união com descontinuidade na casca e nos tecidos da casca do portaenxerto e da cv. copa, porém, sem prejuízos à resistência mecânica, sendo possível a recomendação para enxertia.

Palavras-chave: enxertia, incompatibilidade localizada, incompatibilidade translocada, *Pyrus communis*. L.

6.2 ABSTRACT

The lack of information about the (s) best (s) combination (s) of cultivars scion european pear and quince rootstocks in relation to graft compatibility is one of the factors that has limited cultivation of pear in the country. The objective was to evaluate the morphological phenotype compatibility between scion cultivars european pear and quince rootstocks through variable plant growth and analysis of vascular connection at the point of grafting. The experiment was conducted in european pear orchard in the city of Urupema, state of Santa Catarina, cycles during cultivation 2011/12 12/13 and 13/14. Combinations of european pear cultivars and rootstocks were: Abbè Fetel/Adams, Decana du Comice/Adams, Clapp's Favourite/EMA, Rocha/Adams, Packham's Triumph/EMA and Santa Maria/Adams. There type incompatibility 'located' in combination Clapp's Favourite / EMA vascular discontinuity in the joining region of the graft, preventing the passage of dye. The Rocha/Adams and Abbè Fetel/Adams combinations showed continuous vascular union between cultivar and rootstock, with no vascular disruption and consequent incompatibility. Combinations Santa Maria/Adams, Decana du Comice/Adams and Packham's Triumph/EMA presented in good graft union area by the continuity of the bond line in the bark and wood. The combination Clapp's Favourite/EMA is not recommended due to incompatibility regions found. Combinations Abbé Fetel and Rocha grafted on quince Adams is indicated, due to existing full compatibility. Combinations Santa Maria/Adams, Decana du Comice/Adams and Packham's Triumph/EMA can be recommended due to partial compatibility of grafting may be indicated for high and super densities.

Key-words: grafiting, located incompatibility translocated incompatibility, *Pyrus communis*. L.

6.3 INTRODUÇÃO

Dentre as dificuldades de expansão da cultura da pereira, pode-se citar a baixa qualidade da pera produzida no Brasil, principalmente pela limitação de cultivares adaptadas as regiões potencialmente produtoras, razões pela qual onera o baixo rendimento de peras no país (PIO, 2008). De acordo com GIACOBBO (2007), outro aspecto que tem desfavorecido a produção de peras no país é a falta de conhecimento sobre a melhor combinação de cultivar e portaenxerto que não apresentam problemas de incompatibilidade de enxertia.

Os marmeleiros vêm sendo utilizados como portaenxertos preferenciais para a pereira, com o intuito de proporcionar plantas de pequeno porte e rápida frutificação, além de conferir uniformidade aos pomares (MILOSEVIC, 2011). Apesar de o marmeleiro proporcionar uma considerável redução de vigor às plantas e precocidade de produção de pera europeia, no entanto, um fator que tem prejudicado a sua expansão é a incompatibilidade morfológica entre ambos (PINA & ERREA, 2009).

Casos de incompatibilidade ocorrem entre Clapp's Favourite sobre EMA e William's sobre EMC, conforme observado nesse trabalho. O mecanismo pelo qual a incompatibilidade se expressa ainda não está definido, sendo necessário estudos para explicar este fenômeno. Mosse (1962), dividiu a incompatibilidade em 'translocada' e 'localizada'. A 'translocada' ocorre quando algum fator ocasional, como uma toxina que é transportada de um componente do enxerto para o outro e a inserção de um filtro mutuamente compatível não supera essa incompatibilidade. Já a 'localizada', ocorre na interface do enxerto e requer o contato entre os dois componentes do enxerto, uma vez que a inserção de um filtro mutuamente compatível supera a incompatibilidade.

Neste contexto, o objetivo do trabalho foi estudar morfológicamente a compatibilidade entre cultivares de

pereiras europeias e portaenxertos de marmeleiro através de variáveis de crescimento das plantas e análise da conexão vascular no ponto de enxertia.

6.4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em pomar comercial de pereira na região de Urupema, estado de Santa Catarina, durante os ciclos de cultivo 2011/12, 2012/13 e 2013/14.

O pomar está localizado à 1425 m de altitude acima do nível do mar em um Nitossolo com textura franco argilosa, com teores altos de matéria orgânica, fósforo e potássio. O grau de saturação por alumínio é baixo e de bases muito alto. O clima da região é do tipo mesotérmico úmido Cfb-A, sem estação seca com verão ameno e precipitação distribuída durante todo o ano, com índice pluviométrico médio de 1789 mm anual e temperatura média anual de 14°C (EPAGRI, 2013).

A área experimental foi implantada em agosto de 2008. O plantio foi realizado com mudas pré-formadas, através do método de enxertia por garfagem inglês complicado, realizado em 2006 e o sistema de condução adotado foi o líder central.

A avaliação de compatibilidade anatômica entre as cultivares de pereiras europeias e portaenxertos de marmeleiro foi realizada oito anos após a realização da enxertia. As combinações avaliadas no sistema de média densidade de plantio (2500 plantas ha⁻¹) foram as seguintes: Abbè Fetel/Adams, Decana du Comice/Adams, Clapp's Favourite/EMA, Rocha/Adams, Packham's Triumph/EMA e Santa Maria/Adams. Já no sistema em alta densidade de plantio (5000 plantas ha⁻¹): Rocha/EMC, Abbè Fetel/EMC e William's/EMC. A avaliação da compatibilidade de enxertia consistiu na análise de crescimento e conexão vascular no ponto de enxertia.

Para avaliar o crescimento das plantas foram analisadas as seguintes variáveis:

6.4.1 Incremento de diâmetro do tronco da cv. copa e do portaenxerto (mm)

O diâmetro do tronco, medido a cinco cm acima do ponto de enxertia, é um indicador de vigor, permitindo calcular o índice de produtividade de uma planta, sendo este a relação entre a produção por planta, expressa em kg e o perímetro do tronco, expresso em mm. Para avaliar o vigor das plantas, procedeu-se à mensuração anual do diâmetro transversal e longitudinal (mm) do portaenxerto e da cv. copa. As plantas foram marcadas a cinco centímetros abaixo e acima do ponto de enxertia, com tinta plástica que se manteve durante todo o período experimental, como forma de garantir que as medidas fossem realizadas na mesma zona de leitura durante os dois anos de avaliação. Esta medição foi efetuada com o auxílio de um paquímetro digital.

6.4.2 Diferença de diâmetro do tronco entre a cv. copa e o portaenxerto

Para avaliar o vigor das plantas, procedeu-se à mensuração anual do diâmetro transversal e longitudinal (mm) do portaenxerto e da cv. copa. As plantas foram marcadas 5 cm abaixo e acima do ponto de enxertia, com tinta plástica que se manteve durante todo o período experimental, como forma de garantir que as medidas fossem realizadas na mesma zona de leitura durante os dois anos de avaliação. Esta medição foi efetuada com o auxílio de um paquímetro digital, sendo as medidas realizadas durante os três ciclos de cultivo. Após a realização destas medidas, calculou-se a diferença entre o diâmetro de ambas (PE-C), para verificar possíveis sinais de incompatibilidade morfológica de enxertia.

6.4.3 Incompatibilidade ‘translocada’

A fim de especificar o tipo e o grau de compatibilidade entre as combinações propostas, avaliou-se a manifestação das incompatibilidades ‘translocada’ e ‘localizada’. A diagnose da incompatibilidade ‘translocada’ foi realizada através do teor de clorofila médio (SPAD). O menor índice no teor de clorofila é um indicativo da ocorrência de incompatibilidade do tipo ‘translocada’.

Foram coletadas 10 folhas planta⁻¹ (uma folha por quadrante da planta) de cada tratamento, sendo avaliadas dez plantas de cada parcela, totalizando 30 folhas por parcela em pleno desenvolvimento vegetativo no verão, aproximadamente 150 dias após a plena floração, cuja tonalidade variava de verde-amarelada (clorótica) a verde-escura. Para proceder a leitura, utilizou-se o medidor portátil de clorofila SPAD-502, adotando como critério folhas localizadas no terço médio da planta, inteiras e sadias, com os dados expressos em unidades SPAD. Quanto maior o grau de incompatibilidade ‘translocada’ menor será o índice SPAD (MORENO et al., 1993).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições e dez plantas por parcela, tanto nas condições de média densidade de plantio (2500 plantas ha⁻¹), como em alta densidade (5000 plantas ha⁻¹). Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste de comparação múltipla de médias, utilizando-se Duncan a 5% de probabilidade de erro para determinar as diferenças entre as diferentes combinações de cultivares copa de pereira europeia e portaenxertos de marmeleiro.

6.4.4 Incompatibilidade ‘localizada’

6.4.4.1 Análise anatômica interna e externa da região de união dos enxertos

A análise anatômica interna e externa da região de união dos enxertos foi realizada conforme sugerido por Mosse & Herreo (1951). O grau de compatibilidade ‘localizada’ das combinações estudadas foi avaliado na região de enxertia, oito anos após a realização da mesma, através das classes (A, B, C, D e E), propostas por Mosse & Herrero (1951) (Tabela 7). As classes A, B e C, são consideradas compatíveis, pois não prejudicam a resistência mecânica. Entretanto, as classes D e E são incompatíveis, pois podem romper-se por dano mecânico ou ação do vento (HERRERO, 1962).

Tabela 7 – Níveis de compatibilidade de enxertia do tipo ‘localizada’, proposta por Mosse & Herrero (1951).

Níveis	Compatibilidade ‘localizada’
A	união perfeita, a linha da união não é visível.
B	boa união, a linha de união na casca e no lenho são contínuas, embora no lenho seja muitas vezes visível.
C	união com descontinuidade na casca, os tecidos da casca do portaenxerto e da cultivar são separados por uma camada marrom escura com aparência de cortiça.
D	união com descontinuidade vascular, os tecidos do lenho do portaenxerto e da cultivar são separados; por outro lado, os tecidos da casca seguem como na classe C.
E	quando ocorre quebra da união no pomar ou viveiro.

FONTE: o Autor.

6.4.4.2 Observação da conexão vascular na região do enxerto

Para observar a conexão vascular no ponto de enxertia das diferentes combinações de cultivares copa de pereiras europeias e portaenxertos de marmeleiro, fez-se o corte a 10 cm acima e abaixo do ponto de enxertia no campo. Os ramos cortados foram levados ao fitotroton, a fim de proceder o gotejamento de água ultrapura por um período de uma hora para expulsar o ar presente nos vasos do xilema, evitando a cavitação. Após, procedeu-se o gotejo da solução corante ácido fuccínico 0,08% pelo mesmo período de tempo da água ultrapura para posterior observação da coloração dos vasos na região do enxerto. Após, os mesmos foram submetidos a um corte transversal para a visualização da continuidade dos vasos mediante o acúmulo do corante na região de enxertia. As imagens foram feitas com câmara fotográfica Fugifilm Finepix S3300.

6.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.5.1 Média densidade de plantio (2500 plantas ha⁻¹)

O maior vigor em termos de IDPE (incremento do diâmetro do tronco do portaenxerto) e IDC (incremento do diâmetro do tronco da cv. copa), foi observado na combinação Abbè Fetel/Adams (Tabela 8), conforme discutido no capítulo I. O maior crescimento da referida combinação pode estar associado a compatibilidade na zona de enxertia, pois a linha de união na casca e no lenho são contínuas, o que permitiu a passagem do corante ácido fuccínico nos feixes vasculares, demonstrando a ocorrência de um fluxo contínuo entre os vasos condutores do portaenxerto com a cultivar copa (Figura 4). Desta forma, há maior crescimento da planta pelos efeitos na translocação de nutrientes e fotoassimilados das raízes para os ramos e vice-versa. A ocorrência deste crescimento no ponto

de enxertia está no fato de que o câmbio do portaenxerto e da copa, possuindo diferentes taxas de divisão celular, diferem na velocidade de formação do xilema e do floema (Ryugo, 1993). Diferentes taxas de desenvolvimento ocasionam hipertrofia ou redução de crescimento no ponto de união, que retarda o transporte de nutrientes elaborados da parte aérea para as raízes, prejudicando o desenvolvimento da planta (TOMAZ, 2009).

A combinação Clapp's Favourite/EMA obteve o maior valor significativo quanto à diferença de diâmetro entre o portaenxerto e a cultivar copa quando comparado às demais combinações (Tabela 08). Plantas com sintomas de incompatibilidade apresentam as maiores diferenças de diâmetro do portaenxerto em relação a copa, corroborando com Valli (2002), a qual definiu como sintoma de incompatibilidade de enxertia a diferença de diâmetro no ponto de enxertia, sugerindo como uma das principais causas destas diferenças de diâmetro a migração da seiva a diferentes intensidades. Para Rodrigues (2004), o diâmetro do ponto de enxertia pode representar uma soldadura satisfatória entre a copa e o portaenxerto. Em situações onde o diâmetro da cv. copa é muito superior ao do portaenxerto pela lignificação dos tecidos na união, é um indicativo de sintomas de incompatibilidade.

Tabela 8 – Análise do IDC (incremento no diâmetro do tronco da cv. copa), DPE (incremento no diâmetro do portaenxerto) e PE – C (diferença de diâmetro entre o portaenxerto e a cv. Copa) entre as diferentes combinações de cultivares copa de pereiras europeias e portaenxertos de marmeleiro. Lages, SC, 2014.

Combinações	IDC (mm)	IDPE (mm)	PE – C (mm)
Abbè Fetel/Adams	21,33 a	24,00 a	2,67 c
Clapp's Favourite/EMA	5,67 e	11,00 e	5,33 a
Decanadu Comice/Adams	10,67 d	15,00 cd	4,33 b
Packham's Triumph/EMA	13,33 cd	15,33 cd	2,00 d
Rocha/Adams	16,00 b	17,67 b	1,67 e
Santa Maria/Adams	13,28 cd	14,67 cd	1,39 f
CV (%)	11,06	10,10	5,08

FONTES: o Autor.

NOTAS: Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

O menor índice no teor de clorofila foi observado para a combinação Clapp's Favourite/EMA com índice SPAD de 34,0 indicando a ocorrência de incompatibilidade do tipo 'translocada'. Já as combinações Packham's Triumph/EMA, Abbè Fetel/Adams e Rocha/Adams conferiram maior teor de clorofila na folha, indicando menor grau de incompatibilidade do tipo 'translocada' conforme observado por Zarrouk, (2006) (Tabela 9). De acordo com Ciobotari et al., (2010), esta incompatibilidade está associada com a descontinuidade dos vasos do xilema e floema, dificultando o fluxo da seiva para a cv. copa produzindo maior acúmulo de carboidratos na parte superior.

Através da avaliação macroscópica anatômica do ponto de união dos enxertos, observou-se a existência de incompatibilidade 'localizada' para a combinação Clapp's Favourite/EMA, sendo possível observar a descontinuidade vascular na região de união do enxerto, não permitindo a passagem do corante (Figuras 4 e 5), fato que a classifica como incompatível da classe D (MOOSE & HERRERO, 1951).

Outros aspectos negativos observados a campo em relação à referida combinação foram a baixa resistência mecânica, morte de plantas (dados não apresentados) e o crescimento excessivamente reduzido (Tabela 8).

Situação oposta pode ser observado na cv. Rocha e Abbè Fetel enxertadas sobre o marmeleiro Adams. Estas combinações apresentam uma união vascular continua entre cultivar e portaenxerto, não havendo sintomas de descontinuidade vascular em nenhum nível (Figura 4). Conforme os critérios de Mosse & Herrero (1951), essas duas combinações pertencem à classe A, ou seja, apresentam união perfeita. A observação dos cortes longitudinais do tronco na região do enxerto possibilitou a visualização da passagem do corante ácido fuccínico pelos feixes vasculares, demonstrando fluxo contínuo entre os vasos condutores do portaenxerto com a cultivar copa.

Ao analisar as combinações Santa Maria e Decana du Comice sobre o marmeleiro Adams e Packham's Triumph sobre EMA, é possível observar união na zona de enxertia, pois a linha de união na casca e no lenho são contínuas, embora no lenho seja muitas vezes visível devido a excessiva formação de raias. Observou-se que os vasos do xilema não formaram um conduto totalmente contínuo do portaenxerto com a cv. copa, pelo acúmulo do corante na região do enxerto. Conforme os critérios de Mosse & Herrero (1951), as três combinações pertencem à classe B, ou seja, apresentam união com descontinuidade, porém sem prejuízos a resistência mecânica.

Tabela 9 – Identificação dos tipos de incompatibilidade ‘translocada’ e ‘localizada’ das uniões de enxertia em seis tipos de combinação cultivar copa/portaenxerto.

Combinações	Incompatibilidade ‘translocada’¹	Incompatibilidade ‘localizada’²
Abbè Fetel/Adams	45,4 a	B
Clapp’s Favourite/EMA	34,0 c	D
Decana du Comice/Adams	41,2 b	B
Packham’s Triumph/EMA	46,0 a	B
Rocha/Adams	44,8 ab	A
Santa Maria/Adams	41,5 b	A
CV (%)	4,4	

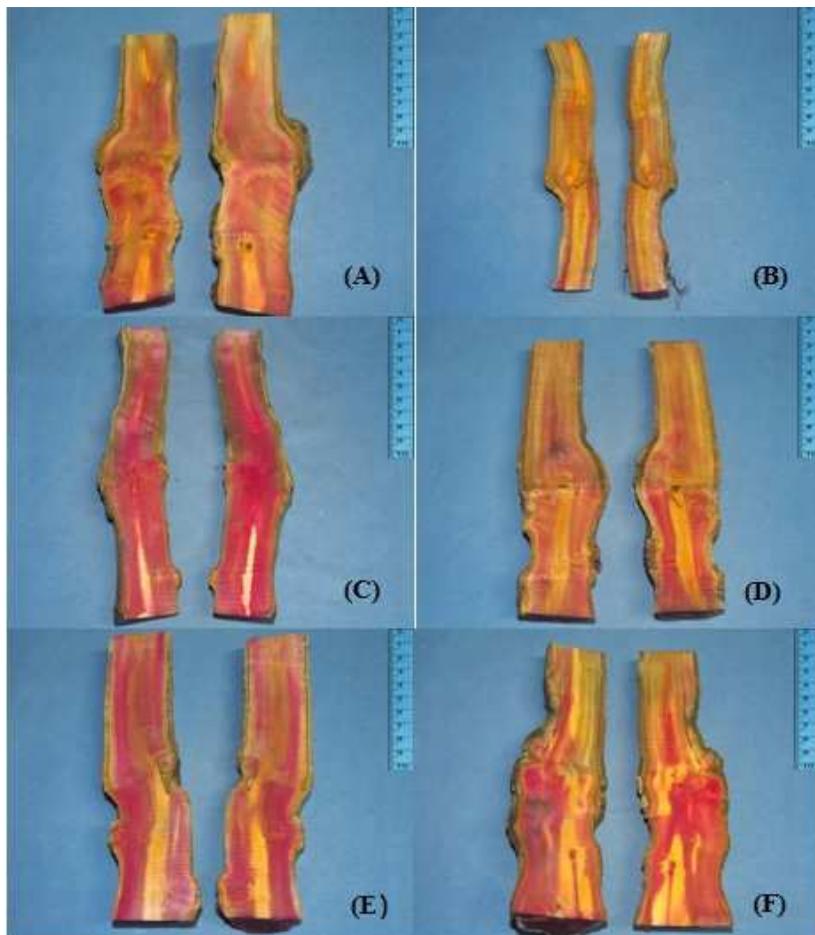
FONTE: o Autor.

NOTAS: Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

(1) - obtida pelo teor de clorofila médio (SPAD), sendo quanto maior o valor, melhor será a compatibilidade de enxertia.

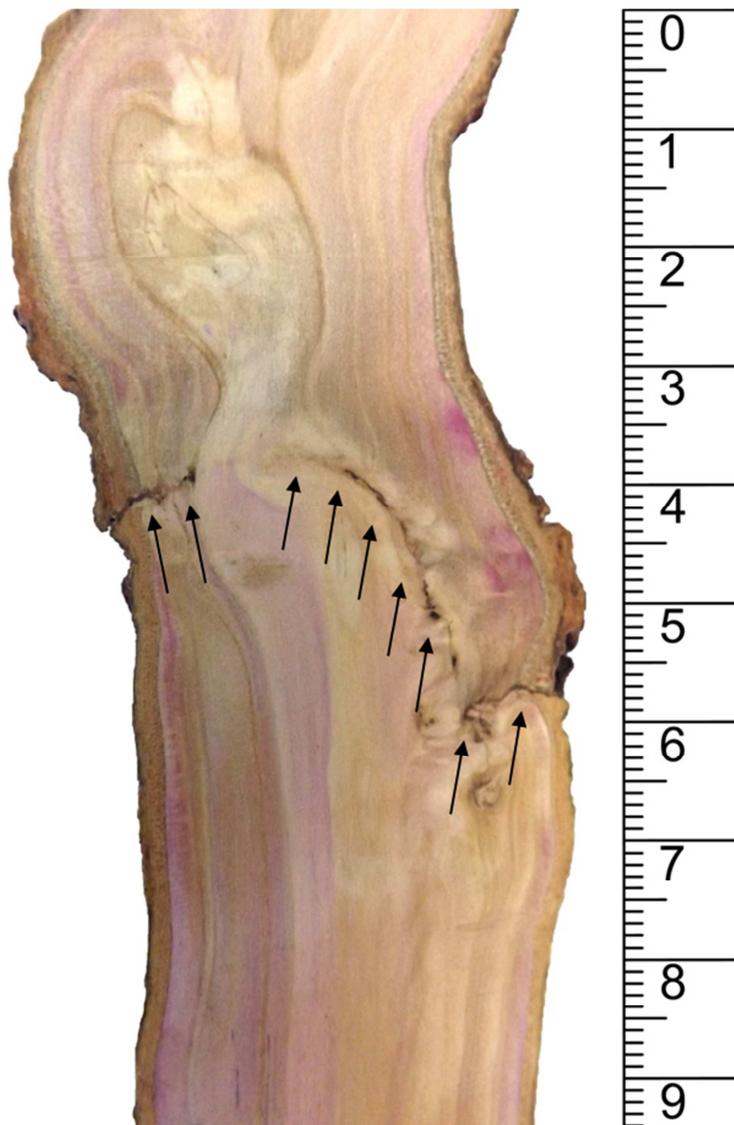
(2) - obtida pela classificação proposta por Mosse & Herrero (1951), sendo: A: união perfeita; B: união boa; C: união com descontinuidade na casca; D: união com descontinuidade na casca e lenho; E: quebra da união.

Figura 4 – Corte macroscópico longitudinal interno para observar a conexão vascular no ponto de enxertia das diferentes combinações de cultivares de pereiras europeias e portaenxertos de marmeleiro das combinações Decana du Comice/Adams (A), Clapp's Favourite/EMA (B), Rocha/Adams (C), Packham's Triumph/EMA (D), Abbè Fetel/Adams (E) e Santa Maria/Adams (F), oito anos após a enxertia. Lages, SC, 2014.



FONTE: o Autor

Figura 5 – Corte macroscópico longitudinal interno da região de união do enxerto (combinação Clapp's Favourite/EMA), com destaque para a linha de descontinuidade vascular. Lages, SC, 2014.



6.5.1.1 Conclusões

- A combinação Clapp's Favourite/EMA apresenta incompatibilidade do tipo 'translocada' e 'localizada', caracterizando esta combinação como incompatível.

- As combinações Abbè Fetel/Adams e Rocha/Adams apresentam união vascular contínua entre cultivar copa e o portaenxerto, não havendo sintomas de incompatibilidade em nenhum nível;

- As combinações Decana du Comice/Adams, Santa Maria/Adams e Packham's Triumph/EMA apresentam boa união, porém com descontinuidade de vasos, embora sem afetar a resistência mecânica da planta.

6.5.2 Alta densidade de plantio (5000 plantas ha⁻¹)

O maior vigor em termos de IDC (incremento do diâmetro do tronco da cv. copa), foi observado para as combinações Abbè Fetel/EMC e Rocha/EMC, com valores de 11,67 mm e 10,00 mm, respectivamente. O mesmo foi verificado para o IDPE (incremento do diâmetro do tronco do portaenxerto), com valores de 15,23 mm e 14,33 mm, respectivamente, devido à descontinuidade parcial no ponto de enxertia entre a cultivar copa e o respectivo portaenxerto (Tabela 10).

Na combinação William's sobre EMC, observa-se o maior valor referente à diferença de diâmetro entre o portaenxerto e a cultivar copa em comparação às demais combinações (Tabela 10), podendo ser um indicativo de incompatibilidade entre ambos. Essa hipótese baseia-se no fato de que esta combinação tenha apresentado algum nível de incompatibilidade com a cultivar copa, representado pela maior diferença de diâmetro entre o portaenxerto e a cv. copa, caracterizando-a como incompatível, conforme observado por Francescatto et al., (2010). De acordo com Valli (2002),

maiores diferenças de diâmetros entre ambas as partes, caracterizam incompatibilidade de enxertia do tipo morfológica, ocasionada pelas diferentes taxas de divisão celular do câmbio do portaenxerto e da copa, conferindo uma descontinuidade dos vasos do xilema.

Tabela 10 – Análise do IDC (incremento no diâmetro do tronco da cv. copa), IDPE (incremento no diâmetro do portaenxerto) e PE – C (diferença de diâmetro entre o portaenxerto e a cv. copa) entre as diferentes combinações de cultivares copa de pereiras europeias e portaenxertos de marmeleiro. Lages, SC, 2014.

Combinações	IDC (mm)	IDPE (mm)	PE – C (mm)
Abbè Fetel/EMC	11,67	15,23	3,56
Rocha/EMC	10,00	14,33	4,33
William´s/EMC	3,67	10,68	7,01

FONTE: o Autor.

O menor índice no teor de clorofila (SPAD), foi observado para a combinação William´s/EMC, o que segundo Mosse & Herrero (1951), indica a ocorrência de incompatibilidade do tipo ‘translocada’. Já na combinação Abbè Fetel/EMC, o maior teor de clorofila na folha, indica a ausência de incompatibilidade do tipo ‘translocada’ (Tabela 11). Segundo Ciobotari et al., (2010), esta incompatibilidade está associada com a descontinuidade dos vasos do xilema e floema, dificultando o fluxo da seiva para a cv. copa produzindo maior acúmulo de carboidratos na parte superior.

Quando se realiza a avaliação macroscópica anatômica do ponto de união dos enxertos, observa-se a existência de incompatibilidade ‘localizada’ na combinação William´s/EMC, observando-se descontinuidade vascular na região de união do enxerto, a qual não permite a passagem do corante e ocasiona escurecimento na parte interna do lenho próximo ao ponto de enxertia (Figuras 6 e 7). Nesse caso, ela foi classificada como incompatível da classe D (Tabela 11).

Situação oposta pode ser observada para as cvs. Rocha e Abbè Fetel enxertadas sobre marmeleiro EMC, onde se observa uma descontinuidade parcial na casca e nos vasos xilemáticos entre o portaenxerto e a cv. copa, caracterizada pelo acúmulo do corante na região do enxerto (Figura 6). Conforme classificação proposta por Mosse & Herrero (1951), estas combinações pertencem à classe C, ou seja, apresentam união com descontinuidade na casca e os tecidos do lenho do portaenxerto e da cv. copa são separados por uma camada escura, porém sem prejuízos a resistência mecânica.

Tabela 11 – Identificação dos tipos de incompatibilidade ‘translocada’ e ‘localizada’ das uniões de enxertia em três tipos de combinação cultivar copa/portaenxerto.

Combinações	Incompatibilidade ‘translocada’	Incompatibilidade ‘localizada’
Abbè Fetel/EMC	48,4	C
Rocha/EMC	44,3	C
William´s/EMC	39,1	D
CV (%)	4,8	

FONTE: o Autor.

(1) – obtida pelo teor de clorofila médio (SPAD), sendo quanto maior o valor, melhor será a compatibilidade de enxertia.

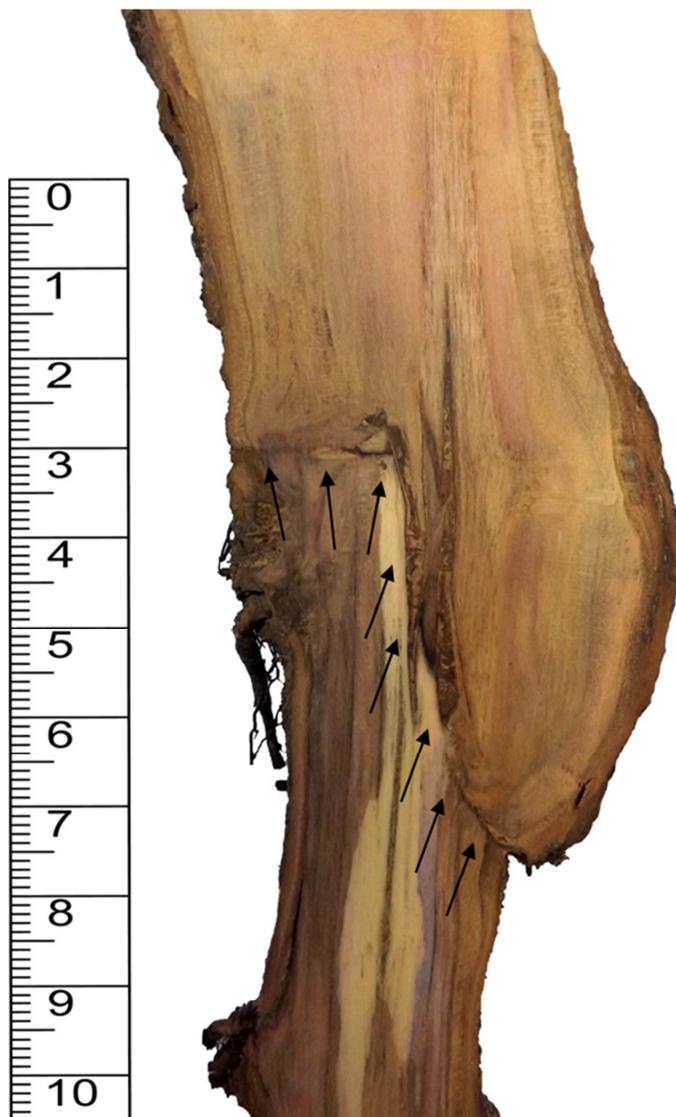
(2) – obtida pela classificação proposta por Mosse & Herrerero (1951), sendo: A: união perfeita; B: união boa; C: união com descontinuidade na casca; D: união com descontinuidade na casca e lenho; E: quebra da união.

Figura 6 – Corte macroscópico longitudinal interno da região de união das combinações Abbè Fetel/EMC (A), Rocha/EMC (B) e William´s/EMC (C), oito anos após a enxertia. Lages, SC, 2014.



FONTE: o Autor.

Figura 7 – Corte macroscópico longitudinal interno da região de união do enxerto (combinação William's/EMC), com destaque para a linha de descontinuidade vascular. Lages, SC, 2014.



FONTE: o Autor.

6.5.2.1 Conclusões

- As combinações William's/EMC apresentam incompatibilidade do tipo 'translocada' e 'localizada', caracterizando esta combinação como incompatível, não sendo recomendado a enxertia;

- As combinações Rocha/EMC e Abbè Fetel/EMC apresentam uma união com descontinuidade na região do enxerto, caracterizando estas combinações como parcialmente incompatíveis, podendo ser recomendado a enxertia para pomares em média (2500 plantas ha⁻¹) e alta densidade de plantio (5000 plantas ha⁻¹).

CAPÍTULO III

7 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO SISTEMA RADICULAR DE DIFERENTES COMBINAÇÕES DE PEREIRAS EUROPEIAS E PORTAENXERTOS DE MARMELEIRO

7.1 RESUMO

O objetivo do trabalho foi caracterizar a distribuição do sistema radicular ao longo do perfil do solo das diferentes combinações de cultivares de pereiras europeias e portaenxertos de marmeleiro, subdivididos em sistemas de média (2500 plantas ha⁻¹) e alta (5000 plantas ha⁻¹) densidades de plantio. No sistema de 2500 plantas ha⁻¹, avaliou-se as seguintes combinações: Abbè Fetel/Adams, Clapp's Favourite/EMA, Santa Maria/Adams, Rocha/Adams, Decana du Comice/Adams e Packham's Triumph/EMA. Já na densidade de 5000 plantas ha⁻¹, as combinações avaliadas foram: Conference/EMC, Clapp's Favourite/EMA, Rocha/EMC, Abbè Fetel/EMC, William's/EMC e Packham's Triumph/EMA. Na densidade de 2500 plantas ha⁻¹, em relação à profundidade efetiva, observou-se que até 40 cm de profundidade se concentram 80% do comprimento total de raízes e 83% da concentração radicular para todas as combinações estão distribuídas nesta profundidade. Para a distância efetiva, observou-se 80% do comprimento total de raízes distribuídos até 80 cm para todas as combinações, com exceção da Clapp's Favourite/EMA, cuja distância efetiva foi 100 cm. Foi possível observar que na média das seis combinações, 86% da concentração radicular na distância horizontal localiza-se até 80 cm. Já na densidade de 5000 plantas ha⁻¹, analisando conjuntamente as seis combinações de cultivares de pereiras europeias e portaenxertos de marmeleiro, foi observado que há maior concentração de raízes nos primeiros 40 cm de profundidade, cerca de 90 % de toda a distribuição do sistema radicular. Em

relação às combinações avaliadas, percebeu-se que a cv. Packham's Triumph enxertada sobre o marmeleiro EMA proporcionou maior crescimento de raízes, podendo inferir que a respectiva combinação, comparada às demais, explora um maior volume de solo na densidade de plantio de 5000 plantas ha⁻¹ e é capaz de conferir a parte aérea da planta maior vigor. Em relação à profundidade efetiva, concluiu-se que até 30 cm de profundidade se concentram 80% do comprimento total de raízes, para todas as combinações avaliadas, com exceção da combinação William's/EMC que obteve na respectiva profundidade, apenas 60% de volume radicular. Para esta combinação em específico, a profundidade considerada efetiva foi de 40 cm. Assim como na densidade de 2500 plantas ha⁻¹, na densidade de 5000 plantas ha⁻¹, o maior comprimento radicular também concentrou-se na região de maior quantidade de água e nutrientes disponíveis às raízes, o que deve assegurar à planta maior capacidade de exploração do solo e, por conseguinte, maior absorção de água e nutrientes.

Palavras-chave: *Pyrus communis* L., *Cydonia oblonga* L., raiz, crescimento radicular, comprimento radicular.

7.2 ABSTRACT

The objective was to characterize the distribution of the root system over soil of different combinations of european pear cultivars and quince rootstocks, subdivided into average listing systems (2500 plants ha⁻¹) and high (5000 plants ha⁻¹) densities. In the 2500 plants ha⁻¹ we evaluated the following combinations: Abbè Fetel/Adams, Clapp's Favourite/EMA, Santa Maria/Adams, Rocha/Adams, Decana du Comice/Adams e Packham's Triumph/EMA and density of 5000 plants ha⁻¹ combinations: Conference/EMC, Clapp's Favourite/EMA, Rocha/EMC, Abbè Fetel/EMC, William's/EMC e Packham's Triumph/EMA. The combination Abbè Fetel / Adams is more vigorous, reporting low yield in medium and super density

planting system. Combining Santa Maria grafted on quince Adams gives intermediate vegetative growth of plants and high productivity in medium system and super planting density. Combinations Clapp's Favourite/EMA and William's/EMC are incompatible with quince rootstocks of tested, it is possible to observe a clear discontinuity in the region of vascular graft union. Santa Maria and Rochagrafted on quince Adams, have a vascular union continues between cultivar and rootstock, with no symptoms of vascular disruption at any level. In planting density of 2500 plants ha⁻¹, to jointly analyze the six combinations of european pear cultivars and quince rootstocks through the spatial distribution of root length at depth, there was a higher concentration of roots in the first 40 cm of depth. Regarding the effective depth, it was observed that up to 40 cm depth concentrate 80% of the total length of roots, and for all combinations in which the average of six combinations evaluated, 83% of root growth is located on the respective depth. For the effective distance, we observed 80% of the total root length is distributed to 80 cm for all combinations except the Clapp's Favourite/EMA, which the effective distance was 100 cm. It was observed that the average of the six combinations, 86% of root growth in horizontal distance located up to 80 cm. Already at a density of 5000 plants ha⁻¹ jointly analyzing the six combinations of european pear cultivars and rootstocks quince, it was observed that the greatest concentration of the first roots 40 cm deep, about 90% of the distribution root. Regarding combinations evaluated, it was observed that cv. Packham's Triumph grafted on quince EMA provided greater root growth, and may infer that their combination, compared to the other, exploring a greater volume of soil in the planting density of 5000 plants ha⁻¹ and is able to check out the shoot plant vigor. Regarding the effective depth, it was observed that up to 30 cm deep focus 80% of total root length, evaluated for all combinations except the combination William's/EMC that got in its depth, only 60% of

root volume. For this combination in particular, has been considered effective depth of 40 cm. As the density of 2500 plants ha⁻¹ at a density of 5000 ha⁻¹ plants, the major root length also concentrated in the largest amount of available nutrients and water to the roots region, which should ensure a greater capacity of the plant cultivation of the soil, and thus greater absorption of water and nutrients.

Key-words: *Pyrus communis* L., *Cydonia oblonga* L., root, root growth, root length.

7.3 INTRODUÇÃO

A fruticultura moderna baseia-se na utilização de portaenxertos ananizantes, cujo emprego possibilita o cultivo de inúmeras cultivares e espécies nos mais diversos climas e regiões ao influenciar as características vegetais e produtivas da cultivar copa (PICOLOTTO, 2009).

Conforme descrito por Francescato (2010), um bom portaenxerto deve apresentar como características: controle do vigor da planta, precocidade de produção, resistência à doenças e nematóides, produtividade, absorção de água e nutrientes, adaptação a diferentes tipos de solos, qualidade física e nutricional de frutos. A escolha do portaenxerto está diretamente vinculada à condição da região onde será implantado o pomar, ao tipo de condução de plantas e às práticas culturais adotadas.

Para espécies arbóreas perenes, como a pereira, as características físicas e químicas do solo, o conhecimento das taxas de crescimento e a extensão do sistema radicular e sua distribuição no solo são alguns dos aspectos que devem ser considerados na seleção de portaenxertos (ABREU, 2007).

Na maioria dos estudos que envolve a experimentação com portaenxertos o foco principal tem sido a parte aérea, quer seja em experimentos de produtividade, qualidade ou até mesmo de incompatibilidade de enxertia. No entanto, estudos

sobre o sistema radicular das plantas são de grande importância por seu papel na sustentação e na absorção de água e nutrientes. As informações sobre a distribuição e a extensão do sistema radicular dos diferentes portaenxertos são fundamentais para tomada de decisões sobre tratos culturais, principalmente os relacionados com espaçamento de plantio, manejo do solo, adubação, irrigação e até mesmo seleção de material adaptados para uma região (NEVES et al., 2008).

O estudo das raízes permite determinar o sucesso de um cultivo, pois, desempenham importantes funções no ciclo vegetal, como produção de aminoácidos, proteínas, hormônios, excreção de açúcares, ácidos orgânicos e componentes minerais. Exercem influência ativa na passagem de íons absorvidos no meio, suprindo a parte aérea da planta com produtos de sua conversão. Contribuem para a agregação das partículas e abertura de canais ao longo do perfil do solo, beneficiando sua estrutura e atuando também na fixação da planta ao solo (REZENDE et al., 2002). Portanto, em condições ideais, quanto maior for o crescimento radicular por área ou volume de solo, a planta terá acesso a uma maior quantidade de água e nutrientes armazenados no solo e melhor será o resultado do cultivo, sendo a caracterização do crescimento e distribuição das raízes de fundamental importância para explicar à resposta da cultura as práticas de manejo mais adequadas (SANTOS, 2010).

O crescimento das raízes de plantas frutíferas perenes pode atingir de 1,2 a 1,5 m de profundidade, porém, a maior concentração situa-se até 0,6 - 0,9 m (MOREIRA, 1983). Segundo Atkinson (1980), a maioria das raízes das plantas frutíferas distribui-se horizontalmente em um raio de 2 m, sendo que a maior concentração de radículas situa-se a 0,5 m de profundidade.

Historicamente, o estudo de processos subterrâneos, envolvendo o crescimento de raízes, tem sido um grande desafio para os pesquisadores na medida em que o solo

representa uma barreira para a observação e avaliação *in loco* dos processos fisiológicos associados às raízes. Via de regra, a planta ou segmentos das raízes são removidos do substrato, perdendo-se a continuidade física com a rizosfera adjacente e a comunidade microbiana associada. A gama de informações sobre o desenvolvimento da raiz é exígua se comparado ao conhecimento sobre a parte aérea (MATTA, 1999). Além disso, grande parte das informações referentes ao sistema radicular de plantas frutíferas perenes é antiga, com mais de vinte anos (ABREU, 2005).

Existem muitas maneiras para analisar raízes e revisões abrangentes sobre métodos de avaliação do sistema radicular tem sido realizadas por Böhm (1979) e Köpke (1981). Esses autores descreveram detalhadamente os métodos da escavação, do monólito, do trado, do perfil, do tubo ou paredes de vidro, além de métodos indiretos. Outros métodos utilizam alta tecnologia, como o emprego de fósforo-32 ou rubídio-86 como marcadores ou a utilização de radiografia de nêutrons (AZEVEDO et al., 2011).

O método do perfil fundamenta-se na abertura de trincheiras para melhor visualização e avaliação da distribuição das raízes da planta em estudo. A avaliação da distribuição de raízes *in situ* consiste em cavar uma trincheira ao lado da planta e remover uma fina camada da parede do perfil, de modo a expor as raízes, que depois são contadas e registradas em desenhos ou tabelas (BOHM, 1979).

Apesar da importância do sistema radicular e de seu efeito direto na eficiência produtiva das plantas, estudos sobre sistemas radiculares são escassos no Brasil, sobretudo a respeito de portaenxertos de plantas frutíferas lenhosas (NEVES et. al., 2004). Assim, as informações sobre desenvolvimento das raízes constituem ferramenta essencial capaz de identificar, dentre as plantas de uma espécie, a que tenha maior capacidade de potencializar características de crescimento e desenvolvimento na sua parte aérea, de modo

que determinada espécie possa expressar o seu potencial genético.

Neste contexto, o objetivo do trabalho foi caracterizar a distribuição do sistema radicular ao longo do perfil do solo das diferentes combinações de cultivares de pereiras europeias e portaenxertos de marmeleiro em dois sistemas: média (2500 planta ha⁻¹) e alta (5000 planta ha⁻¹) densidades de plantio.

7.4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em pomar comercial de pereira na região de Urupema, estado de Santa Catarina, durante os ciclos de cultivo 2011/12, 2012/13 e 2013/14.

O pomar está localizado à 1425 m de altitude acima do nível do mar em um Nitossolo com textura franco argilosa com teores altos de matéria orgânica, fósforo e potássio. O grau de saturação por alumínio é baixo e de bases muito alto. O clima da região é do tipo mesotérmico úmido Cfb-a, sem estação seca com verão ameno e precipitação distribuída durante todo o ano, com índice pluviométrico médio de 1789 mm anual e temperatura média anual de 14°C (EPAGRI, 2013).

A área experimental foi implantada em agosto de 2008, com densidades de plantio de 2500 e 5000 plantas ha⁻¹. O plantio foi realizado com mudas pré-formadas e o sistema de condução adotado foi o líder central.

Foram realizados dois estudos, sendo que o primeiro consistiu da densidade de plantio de 2500 plantas ha⁻¹, com as seguintes combinações: Abbè Fetel/Adams, Clapp's Favourite/EMA, Santa Maria/Adams, Rocha/Adams, Decana du Comice/Adams e Packham's Triumph/EMA. O segundo experimento, com densidade de 5000 plantas ha⁻¹, foi analisado as seguintes combinações: Conference/EMC, Clapp's Favourite/EMA, Rocha/EMC, Abbè Fetel/EMC, William's/EMC e Packham's Triumph/EMA.

Para avaliação do sistema radicular das diferentes combinações, procedeu-se da seguinte maneira: durante o período de repouso vegetativo utilizou-se o método da trincheira, abertas manualmente, com profundidade de 50 cm a partir da superfície do solo e 1,00 m de comprimento, no sentido da linha de plantio, distante do tronco a 0,5 m (Figura 8). Após a abertura das trincheiras, foram realizados os seguintes passos:

a) Nivelamento do perfil: o qual ficou o mais vertical possível, sendo executado com o auxílio de uma pá reta. Esta prática facilitou a fixação da tela reticulada utilizada na captação das imagens, evitando-se erros na avaliação. Nesta operação, todas as raízes expostas na abertura da trincheira foram cortadas rente ao perfil;

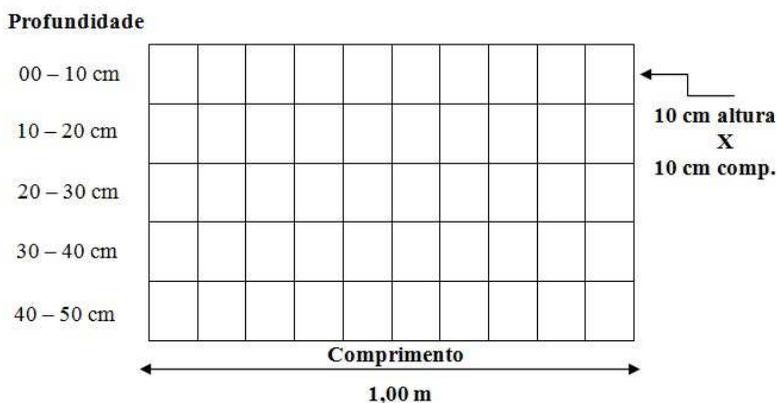
b) Exposição das raízes: é realizada com um rolo escarificador, removendo-se uma pequena camada de solo, em torno de 0,01 m, procurando-se expor as raízes presentes no perfil, de tal forma que a parede da trincheira permaneça em nível com a vertical. Como a imagem a ser adquirida representa um volume de solo conhecido (100 cm comprimento x 50 cm de profundidade), foi possível a aquisição da imagem com a quantidade de raízes presente no volume de solo desejado;

c) Pintura das raízes: pintura localizada das raízes, com tinta spray de coloração branca, visando a aumentar o contraste em relação ao solo para facilitar a aquisição das imagens (com o auxílio de uma espátula, retirando o excedente de tinta do perfil do solo);

d) Divisão do perfil do solo: para a aquisição das imagens, foi confeccionado um quadro de 1,00 m de comprimento e 0,5 m de altura, como mostra a Figura 8. O perfil do solo foi dividido com barbantes pintados de verde limão, para evitar reflexo no momento de fotografar, em quadrados de 10 x 10 cm, (500 cm²);

e) **Captção das imagens:** as imagens foram feitas com câmara fotográfica digital comum, à distância de um metro do perfil. Para o processamento das imagens, foi utilizado o programa SIARCS/EMBRAPA (CRESTANA et al., 1994; JORGE et al, 1996), com resultados de comprimento de raízes presentes em cada quadro. Para os cálculos do comprimento das raízes as imagens passam pelo processo de esqueletização, que consiste em afiná-las à espessura de uma linha. O resultado final foi expresso em comprimento total de raízes (cm) por trincheira presentes em 500 cm^2 de solo, distribuição percentual do comprimento radicular, profundidade e distância efetiva, que representam o limite até onde se encontram 80% das raízes (KLAR, 1991).

Figura 8 – Esquema experimental de amostragem que será utilizado para a quantificação da distribuição radicular através da fotografia. Disposição da tela e suas dimensões.



FONTE: o Autor.

7.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

7.5.1 Média densidade de plantio ($2500 \text{ plantas ha}^{-1}$)

A cv. Abbè Fetel enxertada sobre o marmeleiro Adams induziu maior crescimento de raízes e explorou maior volume

de solo na densidade de plantio de 2500 plantas ha⁻¹ (Tabela 12). A combinação Abbè Fetel/Adams pode ser considerada vigorosa, pois se observa maior crescimento vegetativo em termos de altura média de plantas, volume médio de copa, incremento de diâmetro de tronco da cv. copa e do portaenxerto e massa fresca média total acumulada (Tabela 2), conforme discutido no capítulo I. Este vigor vegetativo também é transferido para o sistema radicular nesta combinação de cultivar copa/portaenxerto.

Na combinação Clapp's Favourite/EMA, observa-se menor concentração de raízes explorando menor volume de solo (Tabela 12). Plantas dessa combinação apresentam o menor vigor, quando comparado às demais e considerando as variáveis, altura média de plantas, volume médio de copa, incremento de diâmetro de tronco da cv. copa e do portaenxerto e massa fresca média total acumulada, conforme discutido no capítulo I.

Na comparação da distribuição radicular ao longo do perfil das seis combinações (Tabela 12), é importante destacar que nas cvs. Santa Maria e Rocha, ambas enxertadas sobre marmeleiro Adams, verificou-se crescimento radicular considerado intermediário quando comparado às demais combinações.

Analisando conjuntamente as seis combinações de cultivares de pereiras europeias através da distribuição espacial do comprimento de raízes em profundidade, notou-se um valor médio de 83% da densidade de raízes nos primeiros 40 cm. Esse volume decresceu na camada seguinte (40-50 cm), em torno de 66 % na linha de plantio (Tabela 12).

Tabela 12 – Perfil do comprimento de raízes medidas no perfil do solo no volume de solo de 500 cm² para as diferentes combinações de cultivares copa de pereira europeia e portaenxertos de marmeleiro na densidade de plantio de 2500 plantas ha⁻¹. Lages, SC, 2014.

Combinação	Cultivar Portaenxerto	Abbè Fetel Adams	Decana du Comice Adams	Packham's Triumph EMA	Clapp's Favourite EMA	Santa Maria Adams	Rocha Adams
Comprimento de raízes (cm)							
Profundidade (cm)	0-10	623,95	496,08	695,74	199,48	613,53	484,96
	10-20	924,94	504,65	757,83	294,33	655,89	587,80
	20-30	553,27	550,29	549,33	257,26	352,38	460,26
	30-40	437,56	424,04	498,00	161,53	249,75	441,85
	40-50	417,78	368,61	267,07	121,96	185,57	175,74
Comprimento total (cm)		2.957,50	2.343,67	2.767,97	1.034,56	2.057,12	2.150,61

FONTE: o Autor.

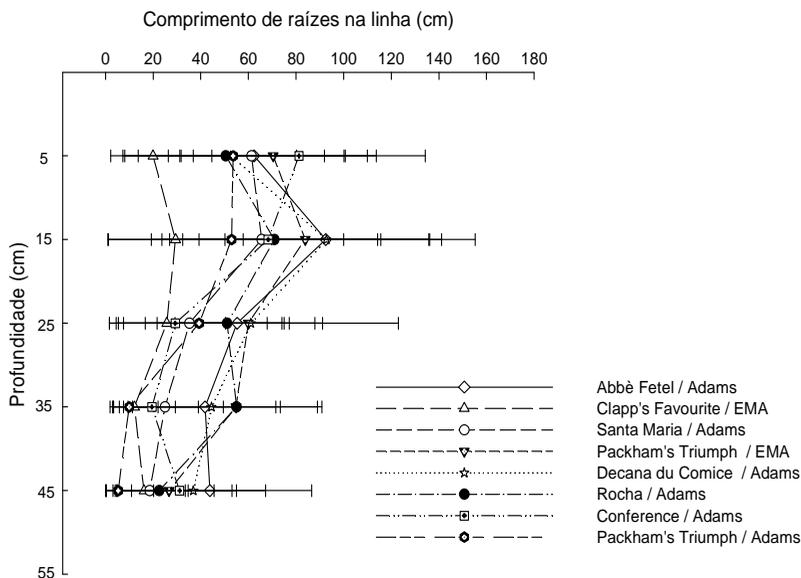
Em relação à profundidade efetiva (Figuras 9 e 11), observou-se que até 40 cm concentram-se 80% do comprimento total de raízes em todas as combinações avaliadas e que, na média das seis combinações, 83% da concentração radicular estão localizadas na respectiva profundidade, situação similar encontrada por Cintra et al, (1999) em pesquisas sobre portaenxertos de citrus. Também está em conformidade a Santana et al, (2006), que em estudos de distribuição radicular de citrus encontraram 86% da concentração de raízes (cm.cm⁻³ de solo) situados na profundidade de 0,0 a 38,0 cm, bem como Neves et al, (2008), em estudo de portaenxertos de Limão Cravo e Limão Rugoso, observaram a maioria das raízes a uma profundidade efetiva de 36 cm e 41 cm, respectivamente. Resultados semelhantes foram observados também por Motta et al., (2006), que encontraram a maior concentração de raízes de cafeeiro em até 0,20 metros de profundidade, o mesmo verificado por Sousa et al. (2002), em estudos com maracujazeiro, onde encontraram redução do sistema radicular com a profundidade do perfil do solo, apresentando maior concentração de raízes nas camadas superiores. Lucas et al. (2012), também ao estudar a distribuição radicular de maracujazeiros verificou resultados semelhantes. Zaccheo et al. (2012), avaliando a distribuição do sistema radicular de portaenxertos sob laranjeira, observaram que a maior densidade

de raízes, ocorreu principalmente nas camadas mais superficiais do solo.

A disponibilidade de nutrientes no solo às plantas, influenciam a redução da densidade de raízes em profundidade (Bakker et al., 2006; Partelli et al., 2006). Segundo Witschoreck et al. (2003), a concentração de raízes finas na camada superior do solo está correlacionada com concentrações mais altas de matéria orgânica e nutrientes, e com as condições físicas favoráveis desta camada. Estudos realizados por Rena e Guimarães (2000), demonstraram que a maior concentração de nutrientes, como fósforo, potássio e cálcio, ocorreu nas camadas superiores do solo apresentando subsequentes diminuições nas concentrações destes de acordo com o aumento da profundidade. Estes dados confirmam notadamente que a redução das raízes em profundidade, está relacionada à baixa fertilidade nas camadas mais profundas do solo, o que de acordo com a literatura pode ser um fator limitante para desenvolvimento do sistema radicular (Rena & Guimarães, 2000).

O decréscimo na densidade de raízes em profundidade, também pode ser atribuído entre outros fatores, ao aumento do teor de argila, conforme observado por Santana et al. (2006), que atribuíram a diminuição das raízes em profundidade, ao aumento da densidade e da resistência do solo à penetração, aliados ao maior teor de argila, aumento da microporosidade e diminuições da matéria orgânica, da porosidade total e da macroporosidade, observados nos horizontes subsuperficiais.

Figura 9 – Comprimento médio de raízes por profundidade de diferentes combinações de cultivares copa de pereiras europeias e portaenxertos de marmeleiro na linha de plantio, na densidade de plantio de 2500 plantas ha⁻¹. Lages, 2014.



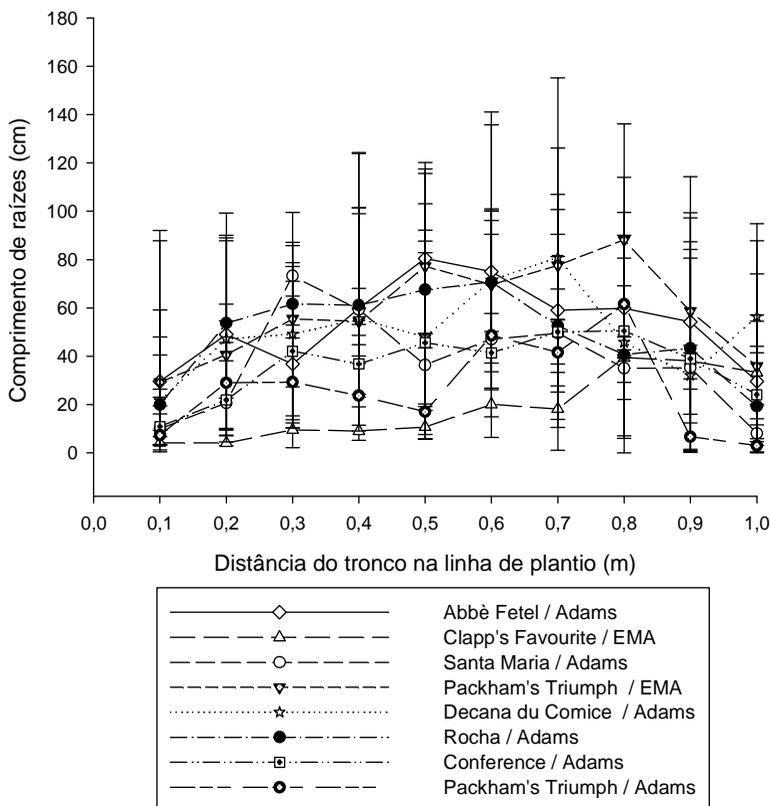
FONTE: o Autor.

Em relação à distância efetiva das raízes em relação ao tronco das plantas observou-se que 80% de seu comprimento total situa-se a 80 cm de distância, para todas as combinações, com exceção da Clapp's Favourite sobre EMA, cuja distância efetiva foi de 100 cm. Na média das seis combinações, 86% da concentração radicular na distância horizontal localizam-se à 80 cm (Figuras 10 e 11).

É importante salientar, que o maior comprimento radicular concentrou-se na região de maior quantidade de água e nutrientes disponíveis às raízes, o que deve assegurar à planta maior capacidade de exploração do solo e, por conseguinte, maior absorção de água e nutrientes, conforme observado por

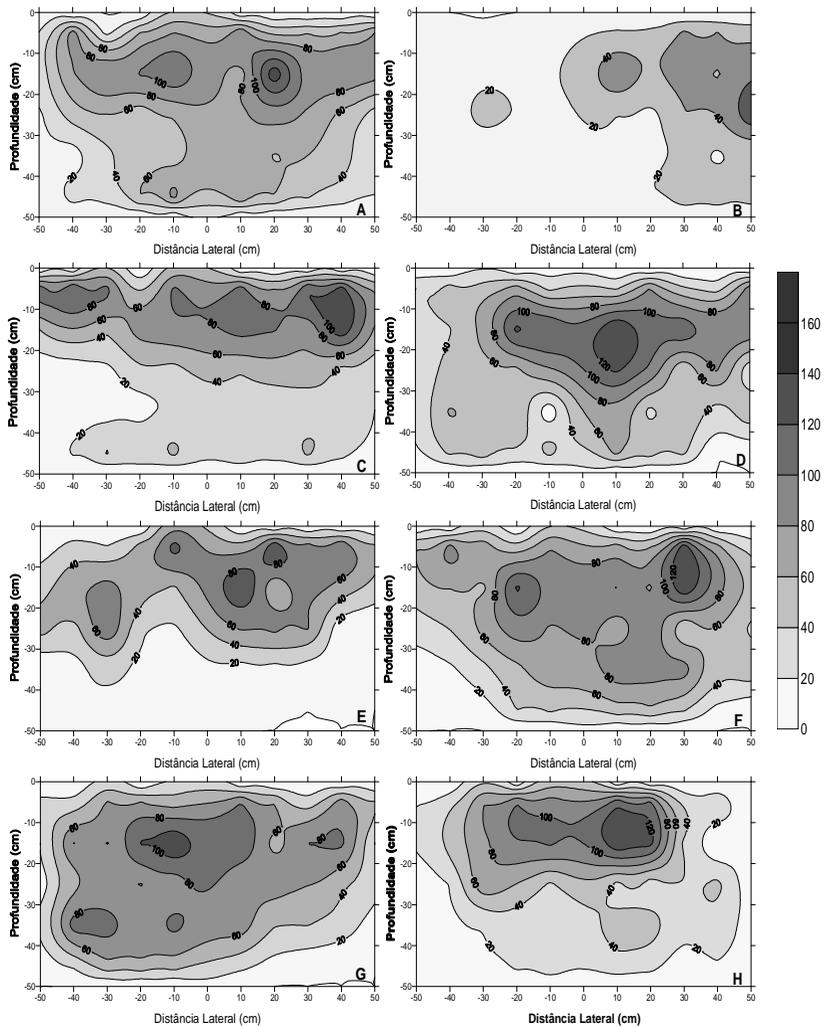
Rena e Guimarães (2000), o qual descrevem que a redução das raízes em profundidade, está relacionada à baixa fertilidade nas camadas mais profundas do solo, o que de acordo com a literatura pode ser um fator limitante para desenvolvimento do sistema radicular (Rena & Guimarães, 2000). Este decréscimo na densidade de raízes em profundidade, é descrito também por Santana et al., (2006), atribuindo esse fator ao aumento no teor de argila e material orgânico.

Figura 10 – Comprimento médio de raízes por distância na linha de plantio das diferentes combinações de cultivares copa de pereiras europeias e portaenxertos de marmeleiro, na densidade de plantio de 2500 plantas ha⁻¹. Lages, 2014.



FONTE: o Autor.

Figura 11 – Isolinhas de comprimento de raiz em cm de raiz/500 cm³ de solo das diferentes combinações de cultivares copa de pereiras europeias e portaenxertos de marmeleiro na densidade de plantio de 2500 plantas ha⁻¹, obtidas pelo método da trincheira. Abbè Fetel/Adams (A), Clapp's Favourite/EMA (B), Conference/Adams (C), Decana du Comice/Adams (D), Packham's Triumph/Adams (E), Packham's Triumph/EMA (F), Rocha/Adams (G), Santa Maria/Adams (H).



FONTE: o Autor.

7.5.1.1 Conclusões

- A distribuição do sistema radicular das combinações avaliadas, concentra-se nos primeiros 40 cm de profundidade e nos 80 cm de distância das plantas na linha de plantio para a densidade de 2500 plantas ha⁻¹, com exceção da Clapp's Favourite sobre EMA, cuja distância efetiva foi de 100 cm, na densidade de 2500 plantas ha⁻¹.

- A cv. Abbè Fetel/Adams tem a maior densidade de raízes. A menor densidade de raízes foi observado para a combinação Clapp's Favourite/EMA;

- A profundidade que concentra 80% do comprimento total de raízes é de 40 cm para todas as combinações avaliadas.

7.5.2 Alta densidade de plantio (5000 plantas ha⁻¹)

Analisando conjuntamente as seis combinações de cultivares de pereiras europeias e portaenxertos de marmeleiro (Tabela 13), percebeu-se maior concentração de raízes nos primeiros 40 cm de profundidade, onde cerca de 90% de toda a distribuição do sistema radicular se situa. Situação similar é descrita por Cintra et al., (1999) em pesquisas sobre portaenxertos de citrus. Carducci (2014), ao estudar a distribuição radicular do cafeeiro verificou maior concentração de raízes na profundidade de 0,20-0,34 m no Latossolo caulínítico em sistema adensado de plantio.

Observa-se em todas as combinações avaliadas, similaridade quanto à concentração de raízes, com 67% concentradas nos primeiros 20 cm de profundidade do total do perfil estudado, com exceção da combinação William's/EMC, que apresentou 54% da concentração radicular na profundidade até 40 cm de profundidade (Tabela 13).

A combinação Packham's Triumph/EMA apresentou o maior crescimento de raízes (Tabela13), demonstrando que a respectiva combinação, comparada às demais, explorou maior

volume de solo na densidade de plantio de 5000 plantas ha^{-1} e é capaz de conferir a parte aérea da planta maior vigor, observado nas variáveis, altura média de plantas, volume médio de copa, incremento do diâmetro do tronco da cv. copa, incremento do diâmetro do tronco do portaenxerto e massa fresca média total acumulada (Tabela 4). É importante destacar a combinação Packham's Triumph/EMA, a qual proporcionou maior crescimento radicular em relação às demais combinações, fator que pode ter contribuído para a maior produtividade estimada acumulada ao longo dos três anos de produção (Tabela 4).

Na combinação William's/EMC, observa-se menor concentração de raízes, distribuídos nos 50 cm de profundidade, possivelmente associado à incompatibilidade 'localizada' e 'translocada' verificadas no capítulo II, na qual observou-se uma clara descontinuidade vascular na região de união do enxerto, restringindo o fluxo de seiva ascendente e descendente.

Assim como na densidade de 2500 plantas ha^{-1} , na densidade de 5000 plantas ha^{-1} o crescimento radicular também concentrou-se na região de maior quantidade de água e nutrientes disponíveis às raízes, com 40 cm de profundidade, o que deve assegurar à planta maior capacidade de exploração do solo e, por conseguinte, maior absorção de água e nutrientes. Salienta-se que este fato é de suma relevância por favorecer a aquisição de nutrientes e absorção de água em maior extensão do solo (Lynch, 2007). É importante destacar isto, pois compreender a espacialização radicular, permite alcançar o aproveitamento máximo dos recursos edáficos disponíveis para as culturas (Franco & Inforzato, 1946; Lima et al., 2012). Entretanto, esses processos ocorrem de forma simultânea e podem provocar grandes modificações na distribuição do espaço poroso, como confirmado por diferentes autores (Franco & Inforzato, 1946; Inforzato & Reis, 1963; Motta et al., 2006).

Ressalta-se que na avaliação do comprimento radicular das seis combinações, houve variação em termos da distribuição radicular em profundidade. As combinações Abbè Fetel/EMC, Conference/EMC e William's/EMC, por serem combinações pouco vigorosas e devido a baixa concentração de raízes apresentada em relação as demais combinações, conferiu maior quantidade de raiz na profundidade de 10-20 cm, fato este ocorrido em virtude do déficit hídrico ocorrido, promovendo crescimento de raiz em profundidade.

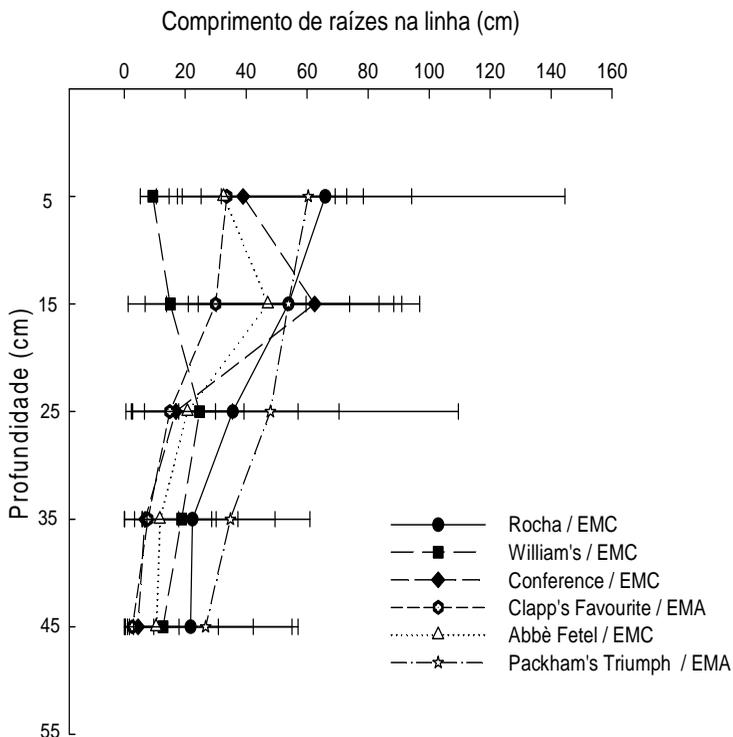
Tabela 13 – Perfil do comprimento de raízes medidas no perfil do solo no volume de solo de 500 cm³ para as diferentes combinações de cultivares copa de pereiras europeias e portaenxertos de marmeleiro na densidade de plantio de 5.000 plantas ha⁻¹.

Combinação	Cultivar Portaenxerto	Abbè Fetel EMC	Clapp's Favourite EMA	Conference EMC	Paekham's Triumph EMA	Rocha EMC	William's EMC
Profundidade (cm)	0-10	325,24	336,29	389,81	603,74	659,56	93,43
	10-20	470,73	299,75	624,36	528,57	538,50	151,09
	20-30	207,36	149,35	169,19	479,31	356,00	247,05
	30-40	116,64	77,88	68,35	348,14	223,84	188,43
	40-50	104,77	27,00	44,94	267,07	218,18	127,04
Comprimento total (cm)		1.224,74	890,27	1.296,65	2.226,83	1.996,08	807,04

FONTE: o Autor.

Em relação à profundidade (Figuras 12 e 14), observou-se que até 30 cm de profundidade se concentram 80 % do comprimento total de raízes, para todas as combinações avaliadas, com exceção da combinação William's/EMC que obteve na respectiva profundidade, apenas 60% de volume radicular. Para esta combinação em específico, a profundidade considerada efetiva foi de 40 cm.

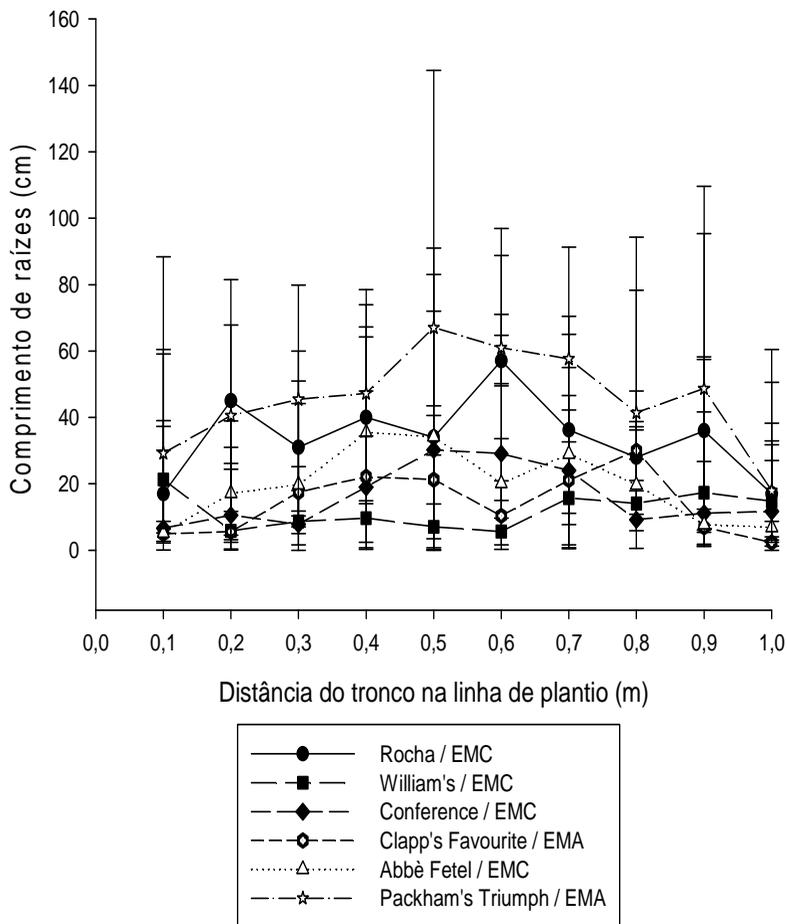
Figura 12 – Comprimento médio de raízes por profundidade de diferentes combinações de cultivares copa de pereiras europeias e portaenxertos de marmeleiro na linha de plantio, na densidade de plantio de 5000 plantas ha⁻¹. Urupema, 2014.



FONTE: o Autor.

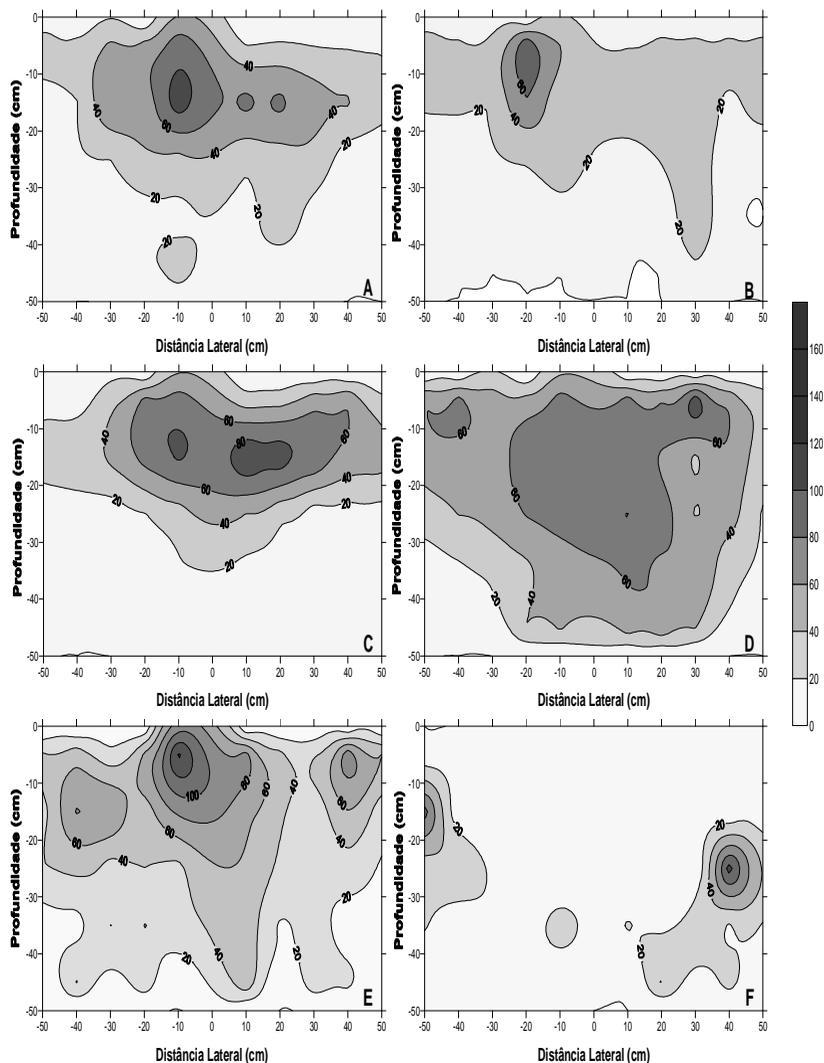
Em relação à distância efetiva (Figuras 13 e 14), observou-se que 80 % do comprimento total de raízes esta até 80 cm do tronco das plantas para todas as combinações.

Figura 13 – Comprimento médio de raízes por distância na linha de plantio das diferentes combinações de cultivares copa de pereiras europeias e portaenxertos de marmeleiro na densidade de plantio de 5000 plantas ha⁻¹. Urupema, 2014.



FONTE: o Autor.

Figura 14 – Isolinhas de comprimento de raíz em cm de raiz/500 cm³ de solo das diferentes combinações de cultivares copa de pereiras europeias e portaenxertos de marmeleiro na densidade de plantio de 5000 plantas ha⁻¹, obtidas pelo método da trincheira. Abbè Fetel/EMC (A), Clapp's Favourite/EMA (B), Conference/EMC (C), Packham's Triumph/EMA (D), Rocha/EMC (E), Williams/EMC (F).



FONTE: o Autor.

7.6 CONCLUSÕES

- A distribuição do sistema radicular das combinações avaliadas concentra-se nos primeiros 40 cm de profundidade e nos 80 cm de distância das plantas na linha de plantio na densidade de plantio de 5000 plantas ha⁻¹.

- A cv. William's/EMC tem a menor densidade de raízes. A maior densidade de raízes é observado para a cv. Packham's Triumph/EMA na densidade de plantio de 5000 plantas ha⁻¹.

- A profundidade onde concentra-se 80% do comprimento total de raízes é de 30 cm para todas as combinações avaliadas, com exceção da combinação William's/EMC, cuja profundidade é de 40 cm na densidade de plantio de 5000 plantas ha⁻¹.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cv. Abbè Fetel sobre marmeleiro Adams não é recomendado para plantio comercial pelo alto vigor das plantas, induzindo baixa produtividade e eficiência produtiva em sistema de média e super densidades de plantio;

As combinações Clapp's Favourite/EMA, William's/EMC e Abbè Fetel/EMC nas condições edafoclimáticas avaliadas, não são recomendadas por serem incompatíveis;

Para a região de Urupema, a melhor combinação é a cv. Santa Maria enxertada sobre o marmeleiro Adams, por conferir a maior produtividade e de forma constante ao longo dos anos, em sistema de média e super densidade de plantio;

As combinações Packham's Triumph e Rocha sobre marmeleiro Adams, apesar da menor produção em relação a Santa Maria/Adams, também são recomendadas para a região pela constância de produção ao longo dos anos.

A distribuição do sistema radicular das combinações avaliadas concentra-se nos primeiros 40 cm de profundidade e nos 80 cm de distância das plantas na linha de plantio para as densidades de 2500 e 5000 plantas ha⁻¹;

A cv. Abbè Fetel enxertada sobre Adams, tem a maior densidade, enquanto a menor densidade de raízes é observado para a cv. Clapp's Favourite no portaenxerto EMA, na densidade de 2500 plantas ha⁻¹;

A profundidade que concentra 80% do comprimento total de raízes é de 40 cm para todas as combinações avaliadas, na densidade de 2500 plantas ha⁻¹;

A distância na qual encontram-se 80 % do comprimento total de raízes foi de 80 cm para todas as combinações, com exceção da Clapp's Favourite sobre EMA, cuja distância efetiva foi de 100 cm, na densidade de 2500 plantas ha⁻¹.

A profundidade onde concentram-se 80% do comprimento total de raízes é de 30 cm para todas as

combinações avaliadas, com exceção da combinação William's/EMC, cuja profundidade efetiva é de 40 cm, para a densidade de 5000 plantas ha⁻¹.

A cv. William's enxertada sobre EMC, tem a menor densidade de raízes e a maior densidade de raízes é da cv. Packham's Triumph no portaenxerto EMA na densidade de plantio de 5000 plantas ha⁻¹;

A profundidade efetiva onde concentra-se 80% do comprimento total de raízes é de 30 cm para todas as combinações avaliadas, com exceção da combinação William's/EMC, cuja profundidade efetiva é de 40 cm na densidade de plantio de 5000 plantas ha⁻¹.

Em situação de déficit hídrico, as combinações Abbè Fetel/EMC, Conference/EMC e William's/EMC apresentam maior concentração radicular na camada de 10-20 cm de profundidade.

9 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Ao considerar que a região Sul do Brasil, apresenta alto potencial para a produção de pera em função das condições de solo e clima favoráveis e que nesses locais há uma grande demanda por informações técnicas, os dados obtidos neste trabalho, mostram a importância da escolha adequada do portaenxerto e das cultivares a serem utilizadas em função da região e como essa escolha pode contribuir para o incremento na produção de pera qualitativa e quantitativamente.

É importante a busca pelo equilíbrio entre a parte e vegetativa e produtiva das plantas. E como esse equilíbrio pode ser obtido ao combinar um portaenxerto vigoroso, como o EMA em um sistema de plantio com densidade que favoreça o crescimento vegetativo da planta e/ou a utilização de portaenxertos ananizantes, como o EMC em um sistema de plantio que limita o crescimento vegetativo da planta.

As cvs. Packham's Triumph e Abbè Fetel, quando enxertadas sobre o marmeleiro Adams possuem alto vigor, sendo necessário utilizar menores densidades de plantio e combinações com vigor intermediário como Santa Maria/Adams e Rocha/Adams, são alternativas interessantes para uso comercial na região, devido o adequado equilíbrio entre parte vegetativa e produtiva, conferindo maiores produtividades.

As combinações Clapp's Favourite/EMA e William's/EMC são incompatíveis, sendo possível observar uma clara descontinuidade vascular na região de união do enxerto. Já as combinações Santa Maria e Rocha enxertadas sobre o marmeleiro Adams, apresentam uma compatibilidade parcial entre cultivar e portaenxerto, porém sem comprometer a resistência mecânica das plantas.

Trabalhos futuros certamente contemplarão o estudo do comportamento das diferentes cultivares de pereira europeia sobre portaenxertos de marmeleiro em outras regiões do estado

e ainda contarão com a avaliação da interação entre os portaenxertos e outras variedades.

REFERÊNCIAS

ABREU, F. L. G.; SALVIANO, A. A. C. Sistema radicular de três portaenxertos para lima ácida “Tahiti” no estado do Piauí. **Ciências Agrárias**.v. 28, n. 2. Londrina, 2007. 187-194 p.

ANDREWS, P. K.; MARQUEZ, C. A. Graft Incompatibility. In: JANICK, J. **Horticultural Reviews**. v. 15. Purdue University, John Wiley & Sons, Inc. s/d. 183-232 p.

ARGENTA, F. **Intensidades e épocas de poda verde na pereira “Abbè Fetel” enxertada sobre marmeleiros**: Dissertação de Mestrado em Fitotecnia. Porto Alegre: UFRS, 2009. 69 p.

ATKINSON, D. The distribution and effectiveness of the roots of tree crops: **Horticultural Reviews**. v.2. 1980. 424-490 p.

AZEVEDO, M. C. B. de; CHOPART, J. L.; MEDINA, C. de C. Sugarcane root length density and distribution from root intersection counting on a trench-profile. **Scientia Agricola**. v. 68. n.1. Piracicaba, 201194-101 p.

BAKKER, M. R.; AUGUSTO, L.; ACHAT, D. L. Fine root distribution of trees and understory in mature stands of maritime pine (*Pinus pinaster*) on dry and humid sites. **Plant and Soil**. v. 286. n. 1. Villenave d 'Ornon, France, 2006. 37-51 p.

BERGAMINI, A.; ANGELINI, S.; BIGARA, F. Influenza de 4 differenti portinnestisulla resistenza stomatica e sul potenziale idrico fogliare di Golden Delicious Clone B (v.e.) sottoposti a due diversi regimi idrici. In: **Coltura del melo verso gli anni '90**. Cordenons, PN, 1986. 18-20 p. Società Orticola Italiana, 1988. 533-544 p.

BIANCHI, V. J.; VICENZI, M.; FACHINELLO, J. C. Respostas de crescimento de pereiras européias em viveiro enxertadas sobre diferentes cultivares de marmeleiro na Região Sul do Brasil: resultados preliminares. **Revista Brasileira de Agrociência**. v. 60. Pelotas, 2002. 27-31 p.

BÖHM, W. **Methods of studying root systems**. Berlin: Springer-Verlag, 1979. 188 p.

BREEN, P. J. Cyanogenic glycosides and graft incompatibility between Peach and Plum. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. v. 99, n. 5. Corvallis, Oregon USA, 1974. 412-415 p.

BREEN P. J.; MURAOKA T. Seasonal nutrient levels and peach/pulm graft incompatibility. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. v. 100, n. 4. Corvallis, Oregon USA, 1975. 339-342 p.

CARDUCCI, C. E.; OLIVEIRA, G. C.; LIMA, J. M.; ROSSONI, D. F.; COSTA, A. L.; OLIVEIRA, L. M. Distribuição espacial das raízes de cafeeiro e dos poros de dois Latossolos sob manejo conservacionista. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 18. n.3. Campina Grande, 2014. 270-278 p.

CARLOS, E. F.; STUCHI, E. S.; DONADIO, L. C. **Portaenxertos para a citricultura paulista**. Jaboticabal: Funep, 1997. 47 p. Boletim citrícola n. 1.

CINTRA, F. L. D.; LIBARDI, P. L.; JORGE, L. A. de C. Distribuição do sistema radicular de portaenxertos de citros em ecossistema de tabuleiro costeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 21. n. 3. Jaboticabal, 1999. 313-317 p.

CIOBOTARI, G.; BRINZA, M.; MORARIU, A.; GRADINARIU, G. Graft incompatibility influence on assimilating pigments and soluble sugars amount of some pear (*Pyrus sativa*) cultivars. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca**. v. 38. Manastur, 2010.187-192 p.

COLOMBO, R.; PREDIERI, S.; GATTI, E.; RAPPARINI, F. Sensory evaluation from a consumer perspective and its application to ‘Abbè Fetel’ pear fruit quality. *In*: International Pear Symposium, 9. **Resumos...** Stellenbosch, 2005. 67-81 p.

COPES, D. L. **Anatomical symptoms of graft incompatibility in *Pinus monticola* and *P. ponderosa***. Silva e Genetica. v. 29. Corvallis, Oregon USA, 1980. 77-82 p.

CRESTANA, S.; GUIMARÃES, M. F.; JORGE, L. A. C.; RALISCH, R.; TOZZI, C. L.; TORRE N. A.; VAZ, C. M. P. Avaliação da distribuição de raízes no solo auxiliada por processamento de imagens digitais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 18. n. 3. Campinas, 1994. 365-371 p.

DENARDI, F. **Portaenxertos**: A cultura da macieira. In: Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. Cap 6. Florianópolis: EPAGRI, 2006. 169-227 p.

EPAGRI. **Dados Meteorológicos de São Joaquim e Videira, SC**. In: Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. Florianópolis: EPAGRI/CIRAM/INMET, 2013.

ERREA, P. Implications of phenolic compounds in graft incompatibility in fruit tree species. **Scientia Horticulturae**. v.74. Zaragoza, Spain, 1998. 195-205 p.

ERREA, P. TREUTTER, D.; FEUCHT, W. **Scion-rootstocks effects on the content of flavan-3-ols in the union of heterografts consisting of apricots and diverse Prunus rootstocks**. Zaragoza, Spain, 1992. v. 57. n. 3. 134-138 p.

EZZAHOUANI, A.; WILLIAM'S, L. E. The influence of rootstock on leaf water potential, yield, and berry composition of Ruby Seedless grapevines. **American Journal of Enology and Viticulture**. Davis, 1995. 559-563 p.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E.; FORTES, G. H. L. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. 2 ed. Pelotas: Editora e Gráfica UFPEL, 1995. 178 p.

FACHINELLO, J. C.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E. **Fruticultura: Fundamentos e Práticas**. Pelotas: Editora e Gráfica UFPEL, 1996. 311 p.

FACHINELLO, J. C.; PASA, M. S.; SCHMITZ, J. D.; BETEMPS, D. L. Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 33. n. 1. Jaboticabal, 2011. 109-120 p.

FAO. **Faostat Database Prodstat**. Disponível em <<http://faostat.fao.org/faostat/servlet/>>. Acesso em: 25 mar. 2013.

FAORO, I. D.; NAKASU, B. H. Perspectiva da cultura da pereira japonesa no Brasil. In: Seminário Sobre Fruticultura de Clima Temperado. **Anais...** Florianópolis: EPAGRI, 2001. 53-61 p.

FIDEGHELLI, C.; LORETI, F. **Monografia dei portinnesti dei fruttiferi**. Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali. Roma, Itália, 2009. 239 p.

FIORAVANÇO, J. C. A cultura da pereira no Brasil: situação econômica e entraves para o seu crescimento. **Informações Econômicas**. v. 37. n. 39. São Paulo, 2007.

FONTANAZZA, G.; BALDONI, L. Propagazione e miglioramento genético. In: **Frutticoltura generale**. Ed. Filippo Lalatta. Roma: REDA, 1992. 127-280 p.

FRANCESCATTO, P.; PAZZIN, D.; NETO, A. G.; FACHINELLO, J. C.; GIACOBBO, C. L. Evaluation of graft compatibility between quince rootstocks and pear scions. **Acta Horticulturae**. The Hague. Pelotas. v. 872, 2010. 253-260 p.

FRANCO, C. M.; INFORZATO, R. **O sistema radicular do cafeeiro nos principais tipos de solo do estado de São Paulo**. v. 6. n. 9. Bragantia, 1946.443-458 p.

GARNER, R. J. **The Grafter's Handbook**. 6th edition. The royal Horticultural Society and Sterling Publishing Co. Inc. New York, 2003.323 p.

GEORGE, A. P.; NISSEN, R. J. Propagation of Annona Species. Review. v. 33. **Scientia Horticulturae**. Amsterdam, 1987. 75-85 p.

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

GJAMOVSKI, V.; KIPRIJANOVSKI, M. Influence of nine dwarfing apple rootstocks on vigour and productivity of apple cultivar 'Granny Smith'. v.129. **Scientia Horticulturae**. Amsterdam, 2011.742-746 p.

HARTMANN, N. T.; KESTER, D. E.; DAVIES J. F. T. **Plant propagation: principles and practices**. 5. ed. Upper Saddle River: Regents/Prentice-Hall, 1990. 647 p.

HARTMANN, N. T.; KESTER, D. E.; DAVIES, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. 6 ed. Upper Saddle River: Regents/Prentice-Hall, 1997. 757 p.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JUNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant Propagation: principles and practices**. n.7. New Jersey: Prentice Hall, 2002. 880 p.

HERRERO, J. **Incompatibilidad entre patron e injertos. Variedades de ciruelo injertadas sobre Mirabolán B**. Estación Experimental de Aula Dei, Zaragoza. 1962. 56-53 p.

HERNANDEZ, L. V. **Aislamiento y cuantificación de catequinas involucradas con La incompatibilidad em injertos de Guanábano (Annona muricata L.)**. Tesis, Universidad de Colima. Tecomám, Colima, México, 2002. 100 p.

HEUSER, C. W. Graft incompatibility: effect of cyanogenic glycosides on almond and plum callus growth. **International Plant Propagators' Society**: Combined proceedings. v. 36. USA, 1987. 91-97 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola Municipal**, 2009. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 27 nov. 2013.

IUCHI T.; IUCHI V. L.; HERTER F. G.; BRIGHENTI E. 2008. Anelamento e paclobutrazol na produção e absorção de nutrientes em pereira (*Pyrus communis* L.) cultivar Packham's Triumph. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 30. n. 4. 857-861 p.

JORGE, L. A. C.; RALISCH, R.; ABI SAAB, O. J. G.; MEDINA, C. C.; GUIMARÃES, M. F.; NEVES, C. S. V. J.; CRESTANA, S.; CINTRA, F. L. D.; BASSOI, L. H.; FERNANDES, S. B. V. **Recomendações práticas para aquisição de imagens digitais analisadas através do SIARCS**. São Carlos: EMBRAPA, 1996. Circular técnica 1.

KEMPER, B. **Soil compaction and root growth in Paraná**. In: RUSSEL, R.S.; IGHE, K.; MEHTA, Y.R. The soil/root system in relation to brazilian agriculture. Londrina: Fundação IAPAR, 1981. 81-101 p.

KLAR, A. E. **Irrigação**: frequência e quantidade de aplicação. São Paulo: Nobel, 1991. 156 p.

KÖPKE, V. Methods for studying root growth. In: Symposium On The Soil/Root System. **Proceedings...** Londrina: Fundação Instituto Agrônômico do Paraná, 1981. 303-318 p.

KREUZ, C. L. Rentabilidade da cultura da macieira cultivar Gala em duas densidades de plantio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 37. n. 3. Brasília, 2002. 229-235 p.

KREUZ, C. L.; SOUZA, A.; PETRI, J. L. Impacto da intensificação da densidade de plantio na rentabilidade em duas cultivares de macieira em Fraiburgo-SC. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 28. n. 2. Jaboticabal, 2006.240-243 p.

LAURI, P. E.; COSTES E.; E BELOUIN A. European pear architecture and fruiting branch management: overview of INRA research program. **Acta Horticulturae**. France, 2002. 621-626 p.

LAYNE, R. E. C.; QUAMME, H. A. **Pears**. In: JANICK, J.; MOORE, J. N. *Advances in Fruit Breeding*. West Lafayette: Purdue University Press. 1975. 38-70 p.

LEITE, G. B.; PETRI, J. L.; FAORO, I. D. **Propagação da Pereira**. In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL. *Naschi: a pêra japonesa*. Florianópolis: EPAGRI/JICA, 2001. 161-178 p.

LIMA, V. M. P.; OLIVEIRA, G. C.; SERAFIM, M. E.; CURI, N.; EVANGELISTA, A. R. Intervalo hídrico ótimo como indicador de melhoria da qualidade estrutural de Latossolo degradado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 36. 2012. 71-78 p.

LOMBARD, P. B.; WESTWOOD, M. N. Pear rootstocks. *In*: ROM, R. C.; CARLSON, R. F. **Rootstocks for fruit crops**. New York, 1987. 145-183 p.

LUCAS, A. A. T.; FRIZZONE, J. A., COELHO FILHO, M. A. **Características da distribuição radicular de maracujazeiro sob fertirrigação**. v. 17. n. 2. Botucatu, 2012. 245-250 p.

LYNCH, J. P. Roots of the second green revolution. Turner Review. **Australian Journal of Botany**. v. 55. Penn State, University Park, USA, 2007. 493-512 p.

MACHADO, B. D et al.; Cultivares e portaenxertos sobre o vigor de plantas de pereira europeias. **Ciência Rural**. v. 43. n. 9. Santa Maria, 2013.

MAIN, G.; MORRIS, J.; STRIEGLER, K. Rootstock effects on Chardonel productivity, fruit, and wine composition. **American Journal of Enology and Viticulture**. Davis, 2002. 37-40 p.

MANARESI, A. Il problema dei portinnesti nelle piante arboree da frutto. **Atti...** 3° Congresso nazionale e mostra di frutta. Ferrara, 1950. 1-73 p.

MARANGONI, B., MALAGUTI, D. I portinnesti Del pero. **L'Informatori Agrario**. Supplemento n. 1. Verona, 2002. 26-29 p.

MATTA, F. M. Mecanismos fisiológicos associados ao desenvolvimento do sistema radicular das plantas. In: Workshop Sobre Sistema Radicular Metodologias e Estudo de Casos. **Anais...** Aracaju: EMBRAPA, 1999. 19-45 p.

MCKENRY, M. V.; LUVISI, D.; ANWAR, S. A.; SCHRADER, P.; KAKU, S. Eight-year nematode study from uniformly designed rootstock trials in fifteen table grape Vineyards. **American Journal of Enology and Viticulture**. Davis, 2004. 218-227 p.

MICHELESI J.C. Selezione e sperimentazione di portinnesti di pero ala Stazione di frutticoltura di Angers. **Atti del Convegno Soi**. Aggiornamento della coltura del pero. Ferrara, 1980. 41-52 p.

MILOSEVIC, T.; MILOSEVIC, N. Influence of cultivar and Rootstock on early growth and syllepsis in nursery trees of pear (*Pyrus communis* L., Rosaceae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**. v. 54. n. 3. Curitiba, 2011. 451-456 p.

MOREIRA, C. S. **Estudo da distribuição do sistema radicular da laranjeira ‘Pera’ *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, com diferentes manejos de solos.** Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba: USP, 1983. Tese de Doutorado.

MORENO, M. A.; MOING, A.; LANSAC, M.; GAUDILLÈRE, J. P.; SALESSES, G. Peach/myrabolan plum graft incompatibility in the nurse. **J. Hort. Sci.**, Zaragoza, Spain, 1993. 705-714 p.

MOSSE, B. Further observation on growth and union structure of double grafted pear on quince. **J. Hort. Sci.** v.33. 1958. 186-193 p.

MOSSE, B. Graft incompatibility in fruit trees. Tech. Comm. Com. Bur. **Hort. Plant Crops.** v.28, 1962. 36 p.

MOSSE, B.; HERRERO, J. Studies on incompatibility between some pear and quince grafts. **J. Hort. Sci.** 1951. 238-245 p.

MOTTA, A. C. V.; NICK, J. A.; YORINORI, G. T.; SERRAT, B. M. Distribuição horizontal e vertical da fertilidade do solo e das raízes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) cultivar Catuaí. **Acta Scientiarum. Agronomy.** v. 28. n. 4. Maringá, 2006. 455-463 p.

MUSACCHI, S. Bibaum: a new training system for pear orchard. **Acta Hort.** In press. MUSACCHI, S. La disaffinità d'innesto del pero su cotogno: ricerche su marcatori e metaboliti secondari (fenoli, glicosidi cianogeni e proteine). Bologna: UNIBO, 1996. 174 p. Dissertazione de Dottorato di Ricerca in Colture Arboree.

MUSACCHI, S.; SERRA, S.; ANCARANI, V. Comparison among pear training systems and rootstocks for high density planting (HDP) of the cultivar 'Abbé Fétel'. **Acta Horticulturae.** The Hague. n. 909. v. 2. Bologna, 2011.251-258 p.

NELSON, S. H. Plants: Incompatibility survey among horticultural plants. **International Plant Propagator's Society Proceedings.** v. 18. Toronto, 1968. 343-407 p.

NEVES, C. S. V. J.; MURATA, I. M.; STENZEL, N. M. C.; MEDINA, C. C.; BORGES, A. V.; OKUMOTO, S. H.; LEE, R. H. C.; KANAI, H. T. Root distribution of rootstocks for Tahiti lime. **Scientia Agricola.** v. 61. n. 1. Piracicaba: USP, 2004, 94-99 p.

NEVES, C. S. V. J.; STENZEL, N. M. C.; CARVALHO, S. L. C. DE; FURLANETO, T. L. R., OKUMOTO, S. H. Sistema radicular de quatro portaenxertos sob copa de tangerina "Pocã". **Ciência Agrotecnologia.** v. 32. n. 2. Lavras, 2008. 487-492 p.

OLIVEIRA, D. L.; ALVARENGA, A. A.; CHALFUN, N. N. J.; ABRAHÃO, E.; OLIVEIRA A. F.; PIO, R.; CHAGAS, E. A. Utilização da técnica de interenxertia na propagação da pereira. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura. **Resumos...** Vitória, 2008. 5 p.

OLIVEIRA, J. B. de; CAMARGO, M. N.; ROSSI, M.; CALDERANO, F. B. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo:** legenda expandida. Campinas: Instituto Agrônomo. Rio de Janeiro: EMBRAPA-Solos, 1999. 64 p.

PAREJO, J.; MINGUEZ, S.; SELLA, J.; ESPINAS, E. Sixteen years of monitoring the cultivar Xarello (*Vitis vinifera* L.) on several rootstocks. **Acta Horticulturae.** Wageningen. Espanha, 1995. 123-128 p.

PARTELLI, F. L.; VIEIRA, H. D.; SANTIAGO; A. R.; BARROSO, D. G. Produção e desenvolvimento radicular de plantas de café ‘Conilon’ propagadas por sementes e por estacas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.** v. 41. n. 6. Brasília, 2006. 949-954 p.

PASA, M. S.; FACHINELLO, J. C.; SCHMITZ, J. D.; SOUZA, A. L. K.; FRANCESCHI, E. Desenvolvimento, produtividade e qualidade de peras sobre portaenxertos de marmeleiro e *Pyrus calleryana*. **Revista Brasileira de Fruticultura.** v. 34. n. 3. Jaboticabal, 2012. 873-880 p.

PERAZZOLO, G. Tecnologia para a produção de pêras européias. In: IX Enfrute (Encontro Nacional Sobre Fruticultura de Clima Temperado). Vol. 1. **Anais...** Caçador: EPAGRI, 2006. 109-115 p.

PERAZZOLO, G. Problemática da cultura da pereira no Rio Grande do Sul. In: II Reunião técnica da cultura da pereira. **Anais...** Lages, 2008. 28-32 p.

PEREIRA, A. J. Efeito dos portaenxertos M. 9 e M. 26, na densidade de plantio da macieira, cvs. Royal Gala e Fuji. In: Encontro Nacional Sobre Fruticultura de Clima Temperado. **Anais...** Caçador: EPAGRI, 2007. 195-201 p.

PERRAUDINE. **La Pomologie Française**. n. 2. Fevrier, 1962

PICOLOTTO, L.; BERTO, R. M.; PAZZIN, D.; PASA, M. S.; SCHIMITZ, J. D.; PREZOTTO, M. E.; BETEMPS, D.; BIANCHI, V. J.; FACHINELLO, J. C. Características vegetativas, fenológicas e produtivas do pessegueiro cultivar Chimarrita enxertado em diferentes porta enxertos. **Pesquisa agropecuária brasileira**. v. 44. n. 6. Brasília, 2009. 583-589 p.

PIO, R.; CHAGAS, E. A.; BARBOSA, W.; ALVARENGA, A. A.; ABRAHÃO, A.; FELDBERG, N. P.; TOMBOLATO, A. F. C. Grafting of quince 'Portugal' on Cydonia and Chaenomeles rootstocks. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 30. n. 3. Jaboticabal, 2008. 850-852 p.

PREZOTTO, M. E. Vigore compatibilidade de enxertia de pereiras cv. William's sobre diferentes portaenxertos. In: XVII Congresso de Iniciação Científica. **Anais...** Pelotas, 2008. 20-24 p.

QUEZADA, A. C.; NAKASU, B. H. **Classificação botânica, origem e evolução.** In: QUEZADA, A. C. et al. *Pêra Produção*. Vol. 1. Brasília: EMBRAPA, 2003. 20-21 p.

QUEZADA, A. C.; NAKASU, B. H.; HERTER, F. G. (Ed.). **Pêra: Produção.** Pelotas: EMBRAPA, 2003. 37-45 p. Frutas do Brasil.

REZENDE, J. de O.; MAGALHÃES, A. F. de J.; SHIBATA, R. T. ; ROCHA, E. S.; FERNANDES, J. C.; BRANDÃO, F. J. C.; REZENDE, V. J. R. P. **Citricultura nos solos coesos dos tabuleiros costeiros:** análise e sugestões. Salvador: EAGRI/SPA, 2002. 97 p. Série Estudos Agrícolas 3.

RENA, A. B.; GUIMARÃES, P. T. G. **Sistema radicular do cafeeiro:** estrutura, distribuição, atividade e fatores que o influenciam. Belo Horizonte: Epamig, 2000. 80 p.

RIVALTA L.; BAGNARA G. L. E. FARINA M. Costituzione di portinnesti franchi di pero. Atti **Giornate scientifiche Soi. S.** Benedetto del Tronto: Giugno, 1994. 22-24 p.; 175-176 p.

RODRIGUES, A. C.; FACHINELLO, J. C.; SILVA, J. B.; FORTES, G. R. L.; STRELOW, E. Compatibilidade entre diferentes combinações de cvscopas e portaenxertos de *Prunus* sp. **Revista Brasileira Agrociência**. 2004.10 p.; 185-189 p.

RUFATO, L. Editorial da II Reunião Técnica da Cultura da Pereira. In: II Reunião Técnica da Cultura da Pereira. **Anais...** Lages, 2008. 48 p.

RUFATO, L.; DE ROSSI, A. R. Orientamenti della pericoltura in Sud America. v. 15. **Italus Hortus**. Ferrara, 2008.16-21 p.

RUFATO, L.; DE ROSSI A.; GIACOBBO C. L; and FACHINELLO, J. C. Vegetative propagation of seven quince cultivars for utilization as pear rootstocks in Brazil. **Acta Horticulturae**. (ISHS) Pelotas, 2004. 667-671 p.

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. 342 p.

SANSAVINI, S.; ANCARANI, V.; NERI, D. Overview of intensive pear culture: planting density, rootstocks, orchard management, soil and water relations and fruit quality. **Acta Horticulturae**. v. 800. Bologna, 2008.35-50 p.

SANSAVANI, S.; CASTAGNOLI, M.; MUSACCHI, S. Nuovi portinnesti dei peri “William” e “Abate Fétel”. confronto fra selezioni di cotogno e franchi clonali. **Rivista di Frutticoltura**. Vol. LIX. N. 3. Bologna: Edagricole, 1997. 31-40 p.

SANSAVINI, S.; MUSACCHI, S. European pear orchard design and HDP management: a review. **Acta Horticulturae**. Bologna, 2002. 589-601 p.

SANTANA, M. B.; SOUZA, L. S.; SOUZA, L. D.; FONTES, L. E. F. Atributos físicos do solo e distribuição do sistema radicular de citros como indicadores de horizontes coesos em dois solos de tabuleiros costeiros do estado da Bahia. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**. v. 30. n. 1. Viçosa, 2006. 1-12 p.

SANTOS, D. **Distribuição do sistema radicular e produtividade de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) fertirrigada por gotejamento subsuperficial**. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Botucatu, SP: Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, 2010. 83 p. Dissertação de Mestrado.

SCHMID, P. P. S.; FREITAG, I. Differential substrate specificity of isoperoxidase from horseradish and cherry phloem after Isoelectric focusing. **Angewandte Botanik**. Goettingen, 1988. 161-168 p.

SHAFER, R.; SAMPAIO, T. L. B.; PINKERTON, J.; VASCONCELOS, M. C. **Grapevine rootstocks for Oregon vineyards**. Oregon, EUA: Oregon State University, 2004. 11 p.

SILVA, E. S. B da; FINARDI, N.; FORTES, G. R de L. Época de enxertia no enraizamento e união do enxerto sobre os portaenxertos *Pyrus calleryana* e *Pyrus betulaefolia* através da enxertia e enraizamento. **Revista Brasileira de Agrociência**. Vol. 3. Pelotas, 1997. 119-124 p.

SIMÃO, S. **Tratado de fruticultura**. Piracicaba: FEALQ, 1998. 760 p.

SOARES, J.; SILVA, A.; MARQUES, H.; **O livro de pera Rocha: Intensificação Cultural e Regulação da Produção**. 2 ed. v. 2. Cadaval: Associação Nacional de Produtores de Pera Rocha, 2003. 192 p.

SOUSA, V. F.; FOLEGATTI, M. V.; COELHO FILHO, M. A.; FRIZZONE, J. A. Distribuição radicular do maracujazeiro sob diferentes doses de potássio aplicadas por fertirrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 6. n. 1. Campina Grande, 2002. 51-56 p.

STERN, R. A.; DORON, I. Performance of ‘Coscia’ pear (*Pyrus communis*) on nine rootstocks in the north of Israel. **Scientia Horticulturae**. v. 119. n. 3. Amsterdam, 2009. 252-256 p.

TECCHIO, M.A.; BETTIOL NETO, J.E.; BARBOSA, W.; TUCCI, M.L.S. Evolution and perspective of the temperate fruit crops in São Paulo state, Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 33. Jaboticabal, 2011. 150-157 p. Edição especial.

TOMAZ, Z. F. P. et al. Compatibilidade de enxertia de cultivares de marmeleiros com pereiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 31. n. 4. Jaboticabal, 2009. 1211-1217 p.

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

VASCONCELOS, A. C. M.; CASAGRANDE, A. A.; PERECIN, D.; JORGE, L. A. C.; LANDELL, M. G. A. Avaliação do sistema radicular da cana-de-açúcar por diferentes métodos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 27. Viçosa, 2003. 849-858 p.

WERTEIM, S. J. Rootstocks for european pear: a review. **Acta Horticulturae**. n. 569. v. 1. 2002.299-309 p.

WERTHEIM, S. J.; WEBSTER A. D. **Rootstocks and interstems**. In: TROMP J.; WEBSTER A. D.; WERTHEIM S. J. (eds). *Fundamentals of Temperate Zone Tree Fruit Production*. Leiden: Backhuys Publishers, 2005. 156–175 p.

WESTWOOD, N. H. **Fruticultura de zonas templadas**. Madrid: Mundi-Prensa, 1982. 461 p.

WESTWOOD, N. H.; ROBERTS, A. N. **Quince rootstocks used for dwarf pears**. Ornamental and Nursery Digest. v. 8. Oregon, 1965. 1-2 p.

WITSCHORECK, R.; SCHUMACHER, M. V.; CALDEIRA, M. V. W. Estimativa da biomassa e do comprimento de raízes finas em *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake no município de Santa Maria – RS. **Revista Árvore**. v. 27, n. 2. Viçosa, 2003.177-183 p.

WOLF, T. K.; POOL, R. M. Effects of rootstock and nitrogen fertilization on the growth and yield of Chardonnay grapevines in New York. **American Journal of Enology and Viticulture**. Davis, 1988. 29-37 p.

ZACCHEO, P. V. C.; NEVES; C. S. V. J.; STENZEL, N. M. C.; OKUMURA, R. S. Distribuição do sistema radicular de portaenxertos sob laranjeira ‘Folha Murcha’ em clima subtropical. **Semina: Ciências Agrárias**. v. 33. n. 3. Londrina, 2012. 921-930 p.

APÊNDICES

Apêndice 1 – Valores médios mensais de temperatura, umidade relativa, geada, precipitação e horas de frio mensal $< 7,2^{\circ}\text{C}$ relativo ao ano agrícola 2011, para a região de Urupema.

Ano	2011						
	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)			(UR%)	Precipitação (mm)	Horas de frio ($<7,2^{\circ}\text{C}$)	Geada
	Média	Mínima	Máxima				
Janeiro	15.9	6.7	24.4	78	192.2	1	3
Fevereiro	17.5	9.0	26.3	84	110.5	0	1
Março	16.8	9.3	26.7	81	93.1	0	2
Abril	14.3	5.4	24.0	78	23.8	9	1
Maior	11.8	1.5	22.4	80	113.7	80	12
Junho	8.1	-2.4	20.3	75	61.9	280	24
Julho	7.7	-5.5	17.6	79	197.6	302	30
Agosto	11.7	-1.2	25.2	69	255.4	97	15
Setembro	11.5	-0.5	23.8	84	450.2	96.4	8
Outubro	13.4	4.2	28.8	79	138.0	44.1	2
Novembro	18.1	10.0	29.0	81	246.9	0	0
Dezembro	17.1	8.0	27.2	80	-	0	0

FONTE: o Autor.

Apêndice 2 – Valores médios mensais de temperatura, umidade relativa, geada, precipitação e horas de frio mensal $< 7,2^{\circ}\text{C}$, relativo ao ano agrícola 2012, para a região de Urupema.

Ano	2012						
	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)			(UR%)	Precipitação (mm)	Horas de frio ($<7,2^{\circ}\text{C}$)	Geada
	Média	Mínima	Máxima				
Janeiro	17.8	10.2	26.6	87	371.9	0	0
Fevereiro	18.8	7.4	28.8	82	304.6	0	1
Março	16.3	10.5	23.7	83	178.3	0	0
Abril	13.4	6.0	25.5	83	229.7	3.3	3
Maior	10.7	2.4	20.4	86	280.1	123	9
Junho	9.9	0.8	19.4	78	140.7	212	19
Julho	10.1	-5.2	20.0	76	189.3	123	15
Agosto	10.0	-2.8	24.4	73	103.4	279	16
Setembro	11.9	2.0	23.0	74	246.4	99	8
Outubro	11.6	0.5	23.4	76	153.8	94	1
Novembro	14.1	3.0	24.5	75	180.2	16	0
Dezembro	16.2	4.4	26.4	79	-	9.5	0

FONTE: o Autor.