



RODRIGO VIEIRA BALBI

**ANÁLISE ANATÔMICA E DE CRESCIMENTO
EM INTERENXERTOS DE MARMELEIROS E
PORTA-ENXERTOS *Pyrus calleryana* E
Chaenomeles sinensis PARA PEREIRAS DE
BAIXA EXIGÊNCIA EM FRIO**

LAVRAS - MG

2015

RODRIGO VIEIRA BALBI

**ANÁLISE ANATÔMICA E DE CRESCIMENTO EM INTERENXERTOS
DE MARMELEIROS E PORTA-ENXERTOS *Pyrus calleryana* E
Chaenomeles sinensis PARA PEREIRAS DE BAIXA EXIGÊNCIA EM
FRIO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. Rafael Pio

LAVRAS - MG

2015

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Balbi, Rodrigo Vieira.

Análise anatômica e de crescimento em interenxertos de
marmeleiros e porta-enxertos *Pyrus calleryana* e *Chaenomeles*
sinensis para pereiras de baixa exigência em frio / Rodrigo Vieira
Balbi. – Lavras : UFLA, 2015.

49 p. : il.

Dissertação (mestrado acadêmico)–Universidade Federal de
Lavras, 2015.

Orientador(a): Rafael Pio.

Bibliografia.

1. Compatibilidade. 2. Anatomia. 3. Enxertia. I. Universidade
Federal de Lavras. II. Título.

RODRIGO VIEIRA BALBI

**ANÁLISE ANATÔMICA E DE CRESCIMENTO EM INTERENXERTOS
DE MARMELEIROS E PORTA-ENXERTOS *Pyrus calleryana* E
Chaenomeles sinensis PARA PEREIRAS DE BAIXA EXIGÊNCIA EM
FRIO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 26 de fevereiro de 2015.

Dr. Angelo Alberico Alvarenga EPAMIG

Dra. Leila Aparecida Salles Pio UFLA

Dr. Rafael Pio

Orientador

LAVRAS – MG

2015

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Agricultura (DAG), por todo apoio prestado por todos os funcionários, em especial aos funcionários do Pomar, que de alguma forma tiveram participação nas etapas de desenvolvimento do meu curso de mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Rafael Pio, pela orientação, amizade e ensinamentos, que foram essenciais para realização deste trabalho.

Aos membros da banca, Dr. Ângelo Alberico Alvarenga e a Dra. Leila Aparecida Salles Pio, pela contribuição nas melhorias do trabalho.

A todos os amigos feitos durante todo o período em que cursei a graduação e o mestrado, que foram imprescindíveis para o meu crescimento pessoal em todos os anos de Lavras.

Aos amigos do Setor de Fruticultura, os quais tornaram possível a realização do meu trabalho.

E para finalizar, um agradecimento especial à minha família. Queria destacar a importância do meu falecido avô materno, Hugo Vieira Leite, e ao meu falecido pai, Temístocles Leonel de Souza Balbi, que ao meu ver, foram minhas inspirações para ter estudado Ciências Agrárias.

Não poderia esquecer da minha mãe Vera Cristina Vieira Balbi e meu irmão Renato Vieira Balbi, que sendo as duas principais pessoas em minha vida, sempre me deram todo o suporte necessário.

RESUMO

O Brasil apresenta uma produção de peras muito aquém do ideal, cerca de oito vezes menor do que o próprio consumo. Esse fato tem resultado em uma alta taxa de importação dessa fruta no Brasil. Os porta-enxertos *Pyrus calleryana* e *Pyrus betulaefolia*, normalmente utilizados, propiciam copas muito vigorosas dificultando os principais tratamentos culturais no cultivo. A utilização de porta-enxertos da espécie *Cydonia oblonga*, como nos plantios europeus, seria uma ótima alternativa, porém algumas cultivares apresentam baixa capacidade de enraizamento, não toleram temperaturas elevadas na camada superficial do solo e nem solos ácidos. Sendo assim, o porta-enxerto da espécie *Chaenomeles sinensis* veio a ser uma alternativa, porém, este não apresenta afinidade com as cultivares copa. O presente trabalho objetivou avaliar diferentes combinações de porta-enxertos e inter-enxertos para produção de mudas de pereira de baixa exigência em frio. Foram realizadas enxertias por garfagem pelo método de fenda cheia utilizando os marmeleiros Adams, BA-29, MA, MC e Sydon da espécie *C. oblonga* sobre porta-enxertos *C. sinensis* e *P. calleryana*. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, em fatorial 2 x 5, sendo o primeiro fator os dois porta-enxertos e o segundo fator os cinco marmeleiros. Posteriormente, foram realizadas avaliações de crescimento aos 60, 120 e 180 dias. No final, avaliou-se também a massa seca das brotações e foram realizados cortes anatômicos em fragmentos caulinares visando descrever a união dos tecidos na região de junção entre porta-enxerto e interenxerto, a fim de analisar a compatibilidade entre eles. Os marmeleiros *C. oblonga* apresentaram boa afinidade com os porta-enxertos utilizados, evidenciando o sucesso no método de enxertia. O porta-enxerto *P. calleryana* demonstrou maior desempenho para algumas das características avaliadas nas análises de crescimento. Em geral, os marmeleiros 'MA' e 'Sydon' tiveram maior crescimento quando comparados aos demais marmeleiros utilizados.

Palavras-chave: *Cydonia oblonga*. *Pyrus calleryana*. *Chaenomeles sinensis*. Compatibilidade.

ABSTRACT

Brasil shows a production of pear around eight times lower than its own consumption, which is very far from the ideal of yield. This fact results in a high rate of pear importation inside the country. The rootstocks *Pyrus calleryana* and *Pyrus betulaefolia*, commonly utilized, provides high vigor to the pear cultivars, which difficults some treatments on the field, like pruning and harvest. The rootstock of *Cydonia oblonga* species are used in European growth could be a better way, therefore, some cultivars showed low capacity of rooting, beyond the low tolerance of high temperatures in soil surface and low tolerance of acid soils. Thus the species *Chaenomele sinensis* became an option for rootstocks, but, this species doesn't have compatibility with pear cultivars. The aim of this research was to evaluate different combinations between rootstocks and scions to produce pear seedlings with low requirement of cold. Were realized grafts by the full slit method using the following quince cultivars: Adams, BA-29, MA, MC e Sydon, which are from the *C. oblonga* species, in the *C. sinensis* and *P. calleryana* rootstocks. The experiment was arranged in a complete randomized design with a 2 x 5 factorial and the first factor were the two varieties of rootstocks, and the second were the five varieties of *C. oblonga* quinces. Then, were realized growth evaluations with 60, 120 and 180 days after graft. Finally, were evaluated the dry mass and were also realized an anatomical analysis at the graft region in the stem, intending to describe the compatibility between rootstock and scion. The quinces *C. oblonga* showed good compatibility with both rootstocks, proving the success on the graft process. The rootstock *P. calleryana* showed a higher performance for mostly characters which were evaluated. In general, the quince cultivars 'MA' and 'Sydon' showed a high growth rate when were compared with the others.

Keywords: *Cydonia oblonga*. *Pyrus calleryana*. *Chaenomeles sinensis*. Compatibility.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 Células dos vasos condutores na seção transversal da superfície de enxertia entre *C. oblonga*/*C. sinensis*. As setas evidenciam a região onde houve união entre os tecidos de porta-enxerto e enxerto. (A) 'Sydon'/'Japonês', (B) 'Adams'/'Japonês', (C) 'BA-29'/'Japonês', (D) 'MA'/'Japonês', (E) 'MC'/'Japonês'; barra = 150µm.....40
- Figura 2 Células dos vasos condutores na seção transversal da superfície de enxertia entre *C. oblonga*/*P. calleryana*. As setas evidenciam a região onde houve união entre os tecidos de porta-enxerto e enxerto. (A) 'Sydon'/'Taiwan Nashi-C', (B) 'Adams'/'Taiwan Nashi-C', (C) 'BA-29'/'Taiwan Nashi-C', (D) 'MA'/'Taiwan Nashi-C', (E) 'MC'/'Taiwan Nashi-C'; barra = 150µm.....41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Porcentagem de enxertos brotados (%EB) e comprimento médio da brotação aos 60, 120 e 180 dias; dos enxertos em função dos porta-enxertos <i>Chaenomeles sinensis</i> e <i>Pyrus calleryana</i>	33
Tabela 2	Porcentagem de enxertos brotados (%EB) e Comprimento médio da brotação (CMB) aos 60, 120 e 180 dias, dos marmeleiros <i>Cydonia oblonga</i> (Ma, Mc, Sydon, BA-29 e Adams), enxertados nos dois tipos de porta-enxertos.....	34
Tabela 3	Diâmetro médio de brotação aos 60, 120 e 180 dias e massa seca da brotação em gramas aos 180 dias (MS), dos enxertos em função dos porta-enxertos <i>Chaenomeles sinensis</i> e <i>Pyrus calleryana</i>	36
Tabela 4	Diâmetro médio de brotação (DMB) aos 60, 120 e 180 dias e Massa seca da brotação em gramas aos 180 dias (MS), dos marmeleiros <i>Cydonia oblonga</i> (Ma, Mc, Sydon, BA-29 e Adams), enxertados nos dois tipos de porta-enxertos.	37

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1	Importância econômica da pereira	12
2.2	Propagação por enxertia	14
2.3	Porta-enxertos	16
2.3.1	Pereiras como porta-enxertos	18
2.3.2	Marmeleiros como porta-enxertos	19
2.4	Interenxertia	22
2.5	Compatibilidade entre enxerto e porta-enxerto	24
2.6	Incompatibilidade no processo de enxertia	26
2.6.1	Tipos de Incompatibilidade: translocada e localizada	28
3	MATERIAL E MÉTODOS	30
3.1	Obtenção das sementes e semeadura dos porta-enxertos	30
3.2	Enxertia dos interenxertos	31
3.3	Análise anatômica	32
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
5	CONCLUSÕES	43
	REFERÊNCIAS	44

1 INTRODUÇÃO

O cenário atual da produção de peras no Brasil está muito aquém do esperado, uma vez que o total produzido se restringe à aproximadamente um décimo da demanda nacional, fazendo com que haja uma alta necessidade de importação de outros países produtores. Alguns fatores podem ser considerados como os principais responsáveis por esta deficiência de mercado, sendo que a falta de cultivares adaptadas às diferentes regiões de cultivo e a carência de estudos para avanços tecnológicos são considerados como os principais entraves para o avanço do cultivo desta frutífera no país.

Basicamente, o cultivo da pera no Brasil se restringe às regiões Sul e Sudeste do país e a quantidade de área plantada ainda está muito abaixo do potencial, uma vez que estas regiões apresentam grandes extensões territoriais. Além da baixa exploração de área apta ao cultivo, os pomares que se encontram em produção são, em sua grande maioria, do tipo caseiro, utilizando cultivares de baixa qualidade e pouca tecnificação no manejo.

A utilização de porta-enxertos para produção de mudas frutíferas traz importantes benefícios para a planta futuramente no campo, dentre eles a ausência de juvenilidade (ocasionando uma produção mais precoce) e também uma variação no vigor da cultivar copa. Estas são as principais características almejadas em um porta-enxerto ideal para a cultura da pereira, visto que se plantados diretamente no solo, cultivares copa do gênero *Pyrus communis* apresentam alto vigor e demandam um longo período para que comece o período de frutificação.

No Brasil, utilizam-se normalmente os porta-enxertos *Pyrus calleryana* e *Pyrus betulaefolia* para a produção comercial de peras. Porém, os mesmos propiciam copas muito vigorosas, dificultando os principais tratamentos culturais no cultivo. Nos cultivos comerciais europeus utiliza-se o marmeleiro da espécie

Cydonia oblonga como porta-enxerto, devido ao efeito de nanismo, que facilita assim os tratos culturais e aumenta a densidade de plantio. Porém, este por sua vez, não apresenta boa capacidade de enraizamento, além de não tolerar temperaturas elevadas na camada superficial do solo e nem solos ácidos.

Outro marmeleiro que vem sendo estudado e utilizado recentemente é o ‘Japonês’ (*Chaenomeles sinensis*). Este possui vantagens quando comparado aos outros porta-enxertos, como: elevado número de sementes por fruto, alta germinação, tolerância a solos ácidos e com alta temperatura. Porém, estudos preliminares mostraram que o mesmo não apresenta boa afinidade com pereiras como cultivar copa.

A solução então seria a utilização de interenxertos do gênero *Cydonia*, solucionando o problema da utilização do marmeleiro ‘Japonês’. A utilização deste interenxerto pode trazer benefícios como o efeito ananizante para a cultivar copa, como a redução do vigor, aumento da precocidade de produção ou apenas servir como um meio de “ligação” entre a cultivar copa e o porta-enxerto, quando não houver compatibilidade entre os tecidos dos mesmos.

Sendo assim, o presente trabalho objetivou avaliar diferentes combinações de porta-enxertos e interenxertos para produção de mudas de pera do gênero *Pyrus communis*, uma vez que estas apresentam um bom potencial para o cultivo na região Sul de Minas Gerais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância econômica da pereira

Atualmente a China é o maior produtor mundial de peras, seguida pelos Estados Unidos, Itália e Argentina. Estima-se que a produção global seja de aproximadamente 20 milhões de toneladas anuais. Com relação aos demais países produtores, pode-se observar alternâncias no *ranking* devido às diferentes produtividades alcançadas pelos pomares dessas regiões. A China, por exemplo, produz menos de uma tonelada por hectare, possivelmente por concentrar sua produção com peras asiáticas. Por outro lado, a Bélgica apresenta o maior rendimento mundial, cerca de 3 t ha⁻¹, ao passo que Rússia, Tunísia e Arábia Saudita produzem menos de meia tonelada por hectare, evidenciando o quanto varia a produtividade em diferentes regiões de plantio. No entanto, observa-se tendência do crescimento mundial da produção, pois, apesar de haver certa redução da produção nas regiões da América do Norte e Europa, a expansão de cultivos no continente asiático, principalmente na China, Coreia e Japão, na África e América do Sul, especialmente Argentina e Chile, tendem a manter a ascendência do crescimento (FAO, 2013).

O Brasil é apenas o quadragésimo quinto produtor, ficando atrás de países com extensões territoriais menores do que a maioria dos estados brasileiros (TECCHIO et al., 2011). As áreas de produção nacional estão concentradas basicamente nos estados do Sul e Sudeste brasileiro (IBGE, 2013) e a produção, que consiste em aproximadamente de 20 mil toneladas anuais, é insuficiente para atender a demanda interna, que apresenta um consumo oito vezes maior, aproximadamente (TECCHIO et al., 2011). Segundo Fachinello et al. (2011), isso faz com que a cultura represente uma excelente oportunidade de mercado para os produtores nacionais.

A produção nacional de pera consiste, em sua maioria, de pomares caseiros, formados por cultivares de baixa qualidade, como *'Smith'*, *'Garber'*, *'Kieffer'*, *'Le Conte'* e outras conhecidas como “peras tipo d'água”, apresentando também um nível muito baixo de tecnologia (FAORO, 1999). No entanto, o fato de a região Sul do Brasil apresentar infraestrutura de processamento e armazenagem das frutas para a cultura da macieira, faz com que o cultivo da pereira apresente grande potencial de expansão nesta região. Nos Estados de Santa Catarina, Paraná e São Paulo existem alguns produtores cultivando peras orientais, tais como *'Okusankichi'*, *'Kosui'*, *'Ya Li'*, *'Hakucho'*, *'Hosui'*, *'Nijisseiki'*.

No Brasil, a expansão tem encontrado entraves devido à baixa tecnologia de produção, indefinição ou mesmo inexistência de cultivares e porta-enxertos adaptados às diferentes regiões potencialmente produtoras e a falta de mudas para atender aos fruticultores (NAKASU e LEITE, 1990).

No Rio Grande do Sul e Santa Catarina, pomares comerciais em maior escala estão começando a ser implantados, principalmente com cultivares europeias de boa qualidade. As peras europeias com alta qualidade atualmente recomendadas para o plantio nas regiões mais frias do Estado de Santa Catarina são: *'Packam's Triumph'*, *'Williams'* e *'Max Red Bartlett'* (FAORO, 1999).

A baixa qualidade das peras produzidas no Brasil, principalmente pela falta de cultivares adaptadas às condições climáticas das zonas de cultivo, pode ser considerado como o principal fator limitante da produção no Brasil (PIO et al., 2007a).

No que se diz respeito a pequenos e médios produtores, o cultivo da pera é uma excelente alternativa para a diversificação da fruticultura brasileira e de produção sustentável. Algumas iniciativas por parte dos produtores vêm demonstrando que é viável a produção de pera no Brasil, inclusive alcançando rentabilidades superiores às obtidas com a macieira, visto que a maçã nacional já

atingiu o limite da demanda do país. Produtores que investiram na cultura têm tido bons retornos econômicos, mesmo com baixa produtividade, devido à pouca oferta do fruto no mercado, até mesmo através da utilização de cultivares de baixa qualidade.

O melhoramento genético é de suma importância para obtenção de cultivares de baixa exigência de frio e com qualidade superior, sendo fundamental para que a cultura alcance novas áreas potenciais. Aliado ao melhoramento, estudos de manejo cultural são indispensáveis quando se pretende cultivar pereiras em regiões de frio ameno.

O cultivo da pereira no Brasil apresenta entraves limitando sua realização de forma economicamente rentável. O abortamento de gemas e insuficiência de frio hibernal são grandes responsáveis pela limitação do cultivo (PIO et al., 2007b). Além disso, o autor afirma que a falta de porta-enxertos adequados para a produção de mudas de pereiras é, também, um fator muito limitante para o cultivo no Brasil.

O Instituto Agronômico de Campinas já vem há algum tempo realizando programas de melhoramento de pereiras, tendo como principal objetivo a obtenção de híbridos adaptados às regiões subtropicais (com baixa quantidade de horas frio por ano). Dentre as cultivares estudadas e testadas, o principal material foi a cultivar "*Packhams Triumph*", a qual apresentou bom desempenho nas regiões de inverno ameno nas quais ela foi testada (CAMPO DALL'ORTO et al., 1996).

2.2 Propagação por enxertia

Grande parte das frutíferas exploradas comercialmente apresentam sementes viáveis, porém, a propagação pela reprodução sexuada não se adequa às características dos plantios comerciais devido à alta desuniformidade na

produção das mudas. Assim, a propagação vegetativa torna-se a técnica mais viável para o processo de formação de mudas. Dentre as vantagens da propagação vegetativa, listam-se: manutenção das características genéticas das plantas matrizes, uniformidade, porte reduzido e precocidade de produção. As técnicas de propagação vegetativa mais utilizadas são a estaquia, alporquia e a enxertia (HARTMANN et al., 2010).

A enxertia se baseia na união de partes de plantas distintas que pela regeneração de tecidos resultante da união física destas, passam a se desenvolver como uma única planta (JANICK, 1966).

As partes vegetativas envolvidas no processo de enxertia são o porta-enxerto, também chamado de “cavalo”, e o enxerto ou “cavaleiro”. O porta-enxerto será responsável pelo sistema radicular da nova planta formada, ou seja, o potencial genético expresso na parte radicular da muda será proveniente do cavalo que foi utilizado na enxertia, sendo responsável pela absorção de água e nutrientes, suporte, resistência, entre outras características. O mesmo acontece com o enxerto que, por sua vez, será responsável pela parte aérea (SIMÃO, 1998).

A planta enxertada é formada então por materiais vegetativos associados, oriundos de duas plantas diferentes, o que gera certa interdependência. A enxertia pode ser feita em plantas da mesma cultivar ou não, e também, em plantas de espécies e gêneros diferentes. O sucesso da enxertia está diretamente ligado a afinidade anatômica entre os tecidos utilizados, consistindo em uma conexão contínua dos tecidos cambiais de enxerto e porta-enxerto (SIMÃO, 1998).

O cenário atual da fruticultura é diferente do que se observou antigamente. Atualmente, a busca por pomares cada vez mais adensados requer uma redução no porte das plantas. Essas características estão intimamente relacionadas com a facilidade de manejo na área de produção, principalmente

nos tratamentos culturais, como poda e tratamentos fitossanitários (HARTMANN, 2010).

Visto isso, a enxertia tem sido muito utilizada no cenário atual da produção de mudas. Além das características destacadas, este método de propagação garante a formação de populações de plantas homogêneas (FACHINELLO, HOFFMAN, NACHTIGAL, 2005).

Para Pio et al. (2010), a enxertia é um dos processos mais críticos na produção de mudas, sendo que a eficiência vai depender da qualidade do porta-enxerto, gemas e garfos utilizados, da habilidade do enxertador e também de condições climáticas.

A época de enxertia e o método utilizado são fatores externos que irão interferir diretamente na taxa de sobrevivência das mudas. Normalmente, frutíferas de clima temperado apresentam uma taxa de sobrevivência de mudas maior quando a enxertia é realizada no período de dormência das plantas (HARTMAN et al., 2002). Além disso, a realização da enxertia na época de dormência da planta possibilita que os garfos e as borbulhas sejam coletados durante a poda de inverno.

2.3 Porta-enxertos

No processo de formação de uma muda frutífera, o porta-enxerto é de fundamental importância, interferindo em características essenciais para um pleno desenvolvimento, tais como: desenvolvimento e vigor da copa, ausência de juvenildade e precocidade de produção, quantidade e qualidade da produção, adiantamento e atraso da maturação dos frutos, resistência a pragas e doenças, bem como na capacidade de adaptação da planta às condições edafoclimáticas desfavoráveis, preservando as características fundamentais das copas desejadas (HARTMANN et al., 2010).

A redução do porte da planta é um dos aspectos principais na propagação por enxertia. Plantas de menor porte favorecem os tratos culturais e ainda permitem o adensamento das plantas. Além da utilização da técnica da enxertia, a utilização de porta-enxertos de gênero diferenciado vem a favorecer ainda mais a redução do porte da planta, pela menor afinidade entre os tecidos do câmbio (HARTMANN et al., 2010).

Apesar de ser óbvio todos os benefícios proporcionados pela utilização de porta-enxertos na produção de mudas frutíferas, além do fato deste método de propagação ser muito comum, é importante ressaltar a dificuldade encontrada na afinidade entre os materiais envolvidos no processo de enxertia, principalmente quando enxerto e porta-enxerto pertencem a classes taxonômicas distantes, como é o caso das enxertias intergenéricas, as quais devem ser mais bem estudadas (FACHINELLO et al., 2005).

Além de influenciar no crescimento vegetativo, alterando a densidade de plantio e facilitando o manejo do pomar, resultando em um aumento da produtividade, o porta-enxerto deve pelo menos não diminuir a qualidade dos frutos que serão produzidos.

Jackson (2003) afirmou que a união no ponto de enxertia está relacionada ao transporte metabólico da planta, podendo limitar a movimentação de água, nutrientes e hormônios para a cultivar copa, afetando diretamente a arquitetura da planta, o balanço hormonal e até mesmo o crescimento de raízes (HOOIJDONK et al., 2005). Wertheim (2002) concluiu que o porta-enxerto não afeta de forma expressiva os parâmetros normalmente avaliados para qualidade de frutos.

Em trabalhos realizados por Pasa et al. (2012), as produtividades e a eficiência de duas cultivares de pereiras enxertadas em pereiras e marmeleiros são inversamente proporcionais ao vigor induzido pelo porta-enxerto. Os autores ainda concluíram que a quantidade de sólidos solúveis dos frutos colhidos foi

maior quando utilizados porta-enxertos menos vigorosos, reforçando a ideia de que o porta-enxerto utilizado irá influenciar diretamente a qualidade do fruto da cultivar copa.

2.3.1 Pereiras como porta-enxertos

No Brasil os primeiros pomares de pera foram plantados com porta-enxertos *Pyrus spp.* Estes por sua vez são muito compatíveis com a cultura e apresentam grande vigor. Com a utilização deste porta-enxerto há necessidade de muito tempo para a planta entrar em produção. Além disso, sua produção é muito inconstante (PÊRAZZOLO, 2008).

Pesquisas intensivas foram realizadas com dois porta-enxertos de pereira no Brasil, ‘Taiwan Nashi-C’ (*Pyrus calleryana*) e ‘Taiwan Mamenashi’ (*Pyrus betulaefolia*) obtendo-se em partes algum sucesso. Isto se deve ao fato de que estes porta-enxertos orientais apresentam alta rusticidade quanto a alta adaptação ao clima subtropical, fundamental para o cultivo de frutas de clima temperado nas condições subtropicais, tolerância a temperaturas elevadas e a solos úmidos e mal drenados, resistência a ‘fire blight’ (*Erwinia amylovora*), ao ‘declínio’ e ainda baixa sensibilidade a nematoides e pulgão-lanígero (MASSERON, 1989).

Para a espécie *P. calleryana*, destaca-se o ‘Taiwan Nashi-C’ e os clones D-6 e D-12. As plantas de ‘Taiwan Nashi-C’ são extremamente produtivas, mesmo em regiões que não ultrapassam 50 horas de frio (temperaturas abaixo de 7,2°C), apesar de os frutos serem diminutos (média de 25 g e duas sementes por fruto).

No entanto, os pomares de pera enxertadas em porta-enxertos de pereiras orientais, da espécie *Pyrus calleryana* e *Pyrus betulaefolia*, quando utilizados como porta-enxertos, propiciam copas de elevado tamanho, dificultando os tratos culturais utilizados para o aumento da qualidade dos

frutos, como o raleio e ensacamento (BARBOSA et al., 1997). Em trabalhos semelhantes, Loreti e Gil (1994) observaram também este vigor proporcionado pelas pereiras orientais relatando que os porta-enxertos do gênero *Pyrus* são utilizados para pomares de baixa ou média densidade para pereiras e os marmeleiros para pomares de média a alta densidade.

Normalmente, o processo de enxertia nas pereiras é realizado da mesma forma que nos marmeleiros. A realização da enxertia nos porta-enxertos da espécie *Pyrus calleryana*, oriundos de sementes, pode ser feita tanto no verão pelo método de borbulhia, como no inverno utilizando a garfagem. No entanto, a enxertia por garfagem proporciona uma taxa de sobrevivência maior dos enxertos e um desenvolvimento de muda mais rápido, quando comparada à borbulhia (BARBOSA et al., 1998).

2.3.2 Marmeleiros como porta-enxertos

O marmeleiro (*Cydonia oblonga* Mill.) pertence à família *Rosaceae* e subfamília *Pomoideae*, bem como a macieira, a pereira e a nespereira. Existe ainda outro marmelo cultivado de forma expressiva no mundo, porém pertencente ao gênero *Chaenomeles*, conhecido como ‘marmelo do Japão’ ou ‘Japonês’ (*Chaenomeles sinensis* Koehne) (ENTELMANN, 2008).

É uma frutífera tipicamente de clima temperado, que produz frutos tipo pomo, muito aromáticos, apreciados em países europeus e andinos, principalmente para a confecção de doces (ANDRADA, 2000).

Segundo Ramos et al. (1990), os marmeleiros são interessantes alternativas de diversificação de porta-enxertos para as *pomoideaes* e são comumente usados nos países europeus.

Experiências em anos passados com porta-enxerto de marmeleiro do gênero *Cydonia* não foram bem sucedidas, criando-se um conceito que a pereira

não apresenta bom desenvolvimento sobre o marmelo. Porém, plantios mais recentes têm mostrado que porta-enxertos de marmeleiro permitem o plantio em alta densidade, propiciando uma frutificação precoce.

Instituições, como a Empresa de Pesquisa e Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) e o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), realizaram alguns trabalhos para verificar a viabilidade de novos sistemas de produção de mudas no marmeleiro, a princípio, na busca de novas alternativas em relação ao plantio de estacas dos cultivares copa diretamente no campo. Estudos preliminares constataram a viabilidade da utilização do marmeleiro ‘Japonês’ (*Chaenomeles sinensis*) como porta-enxertos para marmeleiros (ABRAHÃO et al., 1992; PIO et al., 2005b).

Segundo os autores, esse marmeleiro possui grande quantidade de sementes por fruto (por volta de 150), número muito superior à espécie *Cydonia oblonga*, além de apresentar taxa de germinação elevada. O Japonês ainda possui resistência à entomosporiose [*Entomosporium maculatum* (Lev.)], doença fúngica que pode acarretar prejuízos à lavoura. Além de todas estas características, este marmeleiro ainda possui alto vigor e produtividade, o que torna possível a utilização do mesmo como cultivar copa, destinando o fruto para o processo industrial, na confecção de doces (ABRAHÃO et al., 1992).

Devido ao alto potencial de uso e a realização de várias pesquisas relacionadas ao marmeleiro japonês, um protocolo foi desenvolvido a fim de definir uma metodologia de produção de mudas por enxertia utilizando o mesmo (CELANT et al., 2010). Primeiramente foi observada uma grande dificuldade de enraizamento do material ao tentar utilizar estacas para propagá-lo (PIO et al., 2007). A propagação do mesmo é por meio de via seminífera, devido a algumas características já citadas como número de sementes por fruto, alta taxa de germinação, entre outras, além de que o marmeleiro japonês apresentou bom

desempenho em condições de viveiro, aliado ao alto vigor e uniformidade das plantas.

O método de enxertia mais apropriado é o de garfagem, sendo que a época de realização mais apropriada é o inverno. Pio et al. (2007) constataram que as mudas do marmeleiro japonês apresentam alto vigor na fase de desenvolvimento no viveiro, precisando de apenas nove meses para serem enxertadas. Pio et al. (2010) estudaram os métodos de enxertia por garfagem e dois tipos de borbulhia, no verão e no inverno. Para a maioria das cultivares avaliadas, a enxertia por garfagem foi superior às demais, comprovando o que já havia sido obtido anteriormente. Os autores ainda evidenciaram a superioridade da enxertia por garfagem comparando a cultivar ‘Japonês’, que ao ser enxertada nela mesma, apresentou 100% de pegamento pelo método de garfagem, seguido por 30 e 10% pelos métodos de borbulhia no inverno e no verão, respectivamente.

Podia-se utilizar o marmeleiro japonês (*Chaenomeles sinensis* Koehne.) como porta-enxerto para as pereiras, porta-enxerto esse que vem se utilizando para as cultivares comerciais de marmelo. Porém, há incompatibilidade entre o marmeleiro japonês e as pereiras (PIO et al., 2008).

Sendo assim, a opção viável no estabelecimento dos plantios comerciais de peras no Brasil seria a utilização de porta-enxertos de marmeleiros, da mesma forma que nos plantios europeus, porém, suas estacas em algumas cultivares não apresentam bom enraizamento. Além disso, os marmeleiros do gênero *Cydonia* não toleram temperaturas elevadas na camada superficial do solo e nem solos ácidos (PIO et al., 2004).

2.4 Interenxertia

Uma alternativa para diminuir o tempo de formação das mudas interenxertadas é a dupla enxertia, que consiste na enxertia simultânea da cultivar copa no interenxerto e, em seguida, no porta-enxerto. A dupla enxertia foi testada em pereiras para a diagnose da transmissibilidade do vírus causador da mancha preta necrótica foliar da pera (pear black necrotic leaf spot, PBNLS) (Nam e Kim, 2002), mas ainda não foi estudada para a produção comercial de mudas.

A interenxertia é uma prática usada quando se deseja unir duas plantas que, sabidamente, são incompatíveis, ou quando se pretende diminuir o vigor da cultivar copa. Essa técnica consiste em interpor um fragmento de uma planta entre o enxerto e o porta-enxerto. Assim, uma planta interenxertada apresenta três partes geneticamente diferentes (porta-enxerto, interenxerto e enxerto) e dois locais de enxertia (FACHINELLO et al., 2005).

O marmeleiro 'Japonês' (*Chaenomeles sinensis*) começou a ser utilizado como porta-enxerto para outros marmeleiros recentemente, devido ao elevado número de sementes por fruto (acima de 180), à alta germinação, à alta emergência de plântulas (acima de 90 e 70%, respectivamente) e à boa afinidade na relação entre enxerto e porta-enxerto com algumas cultivares (Provence, Portugal e Mendoza Inta-37) (Pio et al., 2007a). O marmeleiro 'Japonês' poderia ser utilizado como porta-enxerto até mesmo para pereiras, mas estudos preliminares revelaram incompatibilidade de tecidos na união da enxertia de cultivares rústicas de peras em marmeleiro 'Japonês' ainda na fase de viveiro, com baixo desenvolvimento dos enxertos (Pio et al., 2008).

Normalmente, as cultivares copa e porta-enxerto pertencem a mesma espécie, ou a espécies mais próximas nas classificações taxonômicas (ZARROUK et al., 2010). Porém, nas últimas décadas a fruticultura evoluiu

muito devido a grande expansão no cenário mundial. Este avanço não foi apenas tecnológico, mas também geográfico. O cultivo de frutíferas em regiões diferentes da qual estas foram originadas, resultou em alguns problemas de adaptação, resultando em produções insatisfatórias e frutos de baixa qualidade. Por esses motivos, surgiu a ideia da realização da enxertia entre genótipos taxonomicamente distintos, como é o caso das enxertias entre marmeleiro (japonês e europeu) com pereiras (DARIKOVA et al., 2011).

A solução seria a adoção de interenxertos (filtros) de cultivares de marmeleiro do gênero *Cydonia*, que poderia solucionar o problema da utilização do marmeleiro 'Japonês' como porta-enxerto e, assim, melhorar o processo de produção de mudas de pereiras e contribuir para o avanço da adoção de pomares de alta densidade em regiões de inverno ameno. A utilização de interenxertos evita a incompatibilidade de enxerto e porta-enxerto sem reduzir o rendimento produtivo, embora possa diminuir o porte da planta (Samad et al., 1999; Yonemoto et al., 2004).

Combinações interespecíficas podem resultar em inúmeros benefícios à muda. Devido à falta de afinidade entre os tecidos vasculares, a muda não apresenta grande vigor, o que resulta em mudas propícias para pomares com alta densidade de plantio. Porém, essas combinações também podem resultar em um problema crucial para a produção das mudas, a incompatibilidade de enxertia (HARTMANN et al., 2010; DARIKOVA et al., 2011; PINA et al., 2012). Portanto, a formação de mudas está diretamente relacionada a compatibilidade entre os materiais, porém, este fator é muito complexo e ainda precisa ser mais estudado para se ter certeza dos processos responsáveis pela união dos tecidos.

2.5 Compatibilidade entre enxerto e porta-enxerto

A união entre os tecidos do enxerto e porta-enxerto no processo de enxertia pode ser descrita por uma sequência de diferentes etapas em plantas lenhosas e herbáceas. Estudos anatômicos relacionados a este processo têm mostrado boa similaridade entre diferentes espécies frutíferas, como pessegueiro, macieira e pereira (ZARROUK et al., 2010). Basicamente, o processo se resume na adesão dos materiais envolvidos na propagação, formação de calo, estabelecimento de um novo tecido vascular e a formação de um sistema vascular funcional ao longo da região de enxertia.

Hartmann et al. (2010) separou o processo de regeneração do seguinte modo: primeiramente, após o contato entre enxerto e porta-enxerto, novas células parenquimáticas proliferam dos materiais e produzem os calos, os quais irão preencher os espaços encontrados entre os dois componentes. Em seguida, os calos irão se diferenciar em células cambiais, formando uma conexão entre os câmbios de porta-enxerto e enxerto. Nesta etapa, há também a diferenciação inicial dos vasos condutores (xilema e floema), geralmente tendo início pela diferenciação do xilema e, posteriormente, do floema. Para finalizar o processo de estabelecimento da enxertia, esta camada cambial recém formada começa sua atividade, formando os tecidos vasculares. A formação completa do xilema e floema permite a conexão vascular entre porta-enxerto e enxerto.

Segundo PINA; ERREA. (2005), apesar de a formação de calos ser considerada como a mais comum forma de regeneração celular em plantas, avanços recentes nos estudos mostram que os plasmodesmos podem ser considerados como as estruturas mais dinâmicas oferecendo caminho para o crescimento simplástico das células, sendo responsáveis pela regeneração celular, além de interferirem diretamente na compatibilidade e incompatibilidade entre enxerto e porta-enxerto.

Estudos anteriores demonstraram a importância do mecanismo dos plasmodesmos exercendo importante papel na comunicação celular, de forma a possibilitar a ocorrência de conexões simplásticas, e assim regenerar as células nos processos de enxertia, influenciando no pegamento (SCHULZ, 1999). Após o contato entre os calos formados, células da parede celular são dissolvidas, resultando em buraco e havendo assim o contato da plasmalema e formação dos plasmodesmos. Esta conexão permite uma interação metabólica entre as células de enxerto e porta-enxerto (SCHULZ, 1999).

Alguns autores acreditam que a formação dos calos através das células parenquimáticas pode ocorrer tanto entre materiais compatíveis como incompatíveis, não sendo assim um evento determinante para a determinação da compatibilidade no processo de enxertia. Para Moore (1986), a formação do calo não representa um sintoma de compatibilidade, os mesmos são provenientes de eventos causando o não reconhecimento celular, sendo apenas uma reorganização citoplasmática disposta no material. Porém, a regeneração e junção dos vasos condutores de forma adequada é considerada como essencial para que haja compatibilidade entre diferentes materiais nessa técnica de propagação (HARTMANN et al., 2010; PINA et al., 2012).

Outras linhas de pesquisa relacionadas a diferentes técnicas de enxertia mostraram que a existência de proteínas solúveis em exudados de floema podem estar relacionadas ao processo de diferenciação deste tecido, resultando na compatibilidade entre os tecidos (PINA; ERREA, 2005).

A compatibilidade no processo de enxertia também está relacionada ao metabolismo da planta. Estudos já foram realizados no intuito de se obter marcadores fisiológicos ou químicos para a incompatibilidade, de modo que seja possível ganhar tempo, visto que muitos dos sinais externos podem demorar anos para serem expressos na planta. Gulen et al., (2002) realizaram estudos a fim de identificar isoenzimas capazes de serem marcadores, os quais poderiam

prever a compatibilidade entre pereiras (*Pyrus Communis*) e cultivares de marmeleiro (*Cydonia oblonga*).

O processo para determinação da compatibilidade entre porta-enxerto e enxerto por meio de marcadores bioquímicos é baseado no comportamento das isoenzimas nas porções vegetais envolvidas na enxertia. Quando o fenótipo das enzimas corresponde tanto no porta-enxerto como no enxerto, espera-se que haverá compatibilidade, resultando em toda a restauração dos tecidos vasculares. Porém, se houver diferença neste fenótipo, provavelmente, a formação dos calos ou alguma outra etapa que consolida a enxertia foi comprometida na região de enxerto (SANTAMOUR, 1988).

Gulen et al. (2002) em seus estudos chegaram à conclusão de que as análises destas isoenzimas, por meio de eletroforeses, foram eficientes para avaliar se há compatibilidade ou não no processo de união pereira/marmeleiro. As análises foram comprovadas ao se observar resultados positivos também no campo, em plantas de três a cinco anos de idade, concluindo-se que algumas análises bioquímicas podem eliminar a necessidade de ter que se esperar por muito tempo por sintomas de incompatibilidade na produção de mudas.

2.6 Incompatibilidade no processo de enxertia

O grau de afinidade entre as cultivares no processo de enxertia está diretamente relacionado com a proximidade entre os diferentes genótipos envolvidos no processo. Com a expansão da fruticultura no cenário mundial, foram surgindo problemas de adaptação, acarretando a queda da produção. Sendo assim, a busca por uma maior adaptação de diferentes cultivares nas variadas regiões teve como consequência a utilização do processo de enxertia entre genótipos cada vez mais distintos, muitas vezes pertencentes até mesmo a gêneros diferentes (PEREIRA et al., 2014).

A incompatibilidade é definida como sendo a incapacidade da perfeita união entre porta-enxerto e cultivar copa, ocasionando o não crescimento normal de uma planta enxertada, o que pode levar à morte prematura do enxerto devido a algum tipo de intolerância fisiológica em nível celular (Moore, 1986). A incompatibilidade é evidenciada na região onde a enxertia foi realizada. Segundo Fontanazza e Baldini (1992) existe a incompatibilidade com descontinuidade dos tecidos e sem descontinuidade dos tecidos. Em espécies lenhosas, a incompatibilidade com descontinuidade é caracterizada pelo maior crescimento do diâmetro no enxerto, levando à quebra da planta ao longo dos anos, pelo fato de o porta-enxerto não ser capaz de sustentar a copa.

Por ser um processo biológico, o estudo da incompatibilidade se torna muito difícil devido às inúmeras interações que ocorrem entre enxerto e porta-enxerto durante o processo de enxertia. Componentes anatômicos, fisiológicos e bioquímicos podem estar diretamente envolvidos na compatibilidade entre os materiais envolvidos, fazendo com que a incompatibilidade esteja relacionada com a influência de inúmeros fatores (PINA et al., 2012).

Os sintomas de incompatibilidade em espécies lenhosas incluem espessamento da casca na região de união, folhas cloróticas, queda prematura de folhas, atraso na brotação, diferenças de vigor entre porta-enxerto e cultivar copa, engrossamento excessivo do caule abaixo, acima ou no ponto de união do enxerto, rompimento da união do enxerto, redução do crescimento vegetativo, baixa produtividade e morte prematura das plantas (HARTMANN et al., 2010; ZARROUK et al., 2010).

A definição de eventos capazes de determinar a incompatibilidade entre os tecidos é de suma importância para se conhecer quais as constituições genéticas serão compatíveis entre si. Há um grande interesse que estes sintomas de incompatibilidade possam ser detectados o quanto antes, para que se possa ganhar tempo, devido ao fato de que algumas frutíferas podem apresentar

sintomas de incompatibilidade anos após a enxertia, como é o caso de algumas combinações de plantas do gênero *Prunus*. Estes sintomas localizados são caracterizados por irregularidades anatômicas na região de união dos tecidos e também por falhas na região cambial e na continuidade vascular (ZARROUK et al., 2010).

Pina et al. (2005) acreditam que os mecanismos que explicam a incompatibilidade no processo de enxertia ainda não estão claros e algumas hipóteses estão sendo testadas para explicar a incompatibilidade. Até o momento, a maioria das hipóteses são referidas ao estágio de desenvolvimento vegetativo da planta. Porém, estudos recentes vêm demonstrando sinais de incompatibilidade no início do desenvolvimento também de tecidos lenhosos os quais foram enxertados, apresentando quebra das plantas na região de enxertia alguns anos após a união dos tecidos, quando já estão maiores e mais desenvolvidas, como no caso de plantas do gênero *Prunus* e também de pereiras enxertadas em marmeleiros.

A incompatibilidade entre porta-enxerto e enxerto pode ocorrer de diferentes formas. Alguns autores propuseram diferentes formas de classificação da incompatibilidade, porém Mosse (1962) propôs a forma mais utilizada atualmente. Segundo o autor existem dois tipos de incompatibilidade: localizada e translocada. É importante ressaltar que o autor classifica os tipos de incompatibilidade apenas por sintomas e não pelas causas.

2.6.1 Tipos de Incompatibilidade: translocada e localizada

- **Translocada**

A incompatibilidade translocada consiste naquela em que os sintomas ocorrem de forma visível no desenvolvimento da planta. Pode ocorrer uma

parada precoce no crescimento, perda de cor das folhas com posterior avermelhamento, podendo haver a queda das mesmas, redução do crescimento radicular e na translocação de carboidratos na região de união, havendo acúmulo na cultivar copa e falta no porta-enxerto (ZARROUK et al., 2010).

MARTÍNEZ-BALLESTA et al. (2010) afirmaram que essa dificuldade de translocação encontrada na região de enxertia possa estar relacionada com a ausência do número normal de células. Com um número reduzido de células e elementos do floema há, de certa forma, um bloqueio no processo, resultando nos sintomas de incompatibilidade. Outra consequência importante da incompatibilidade é a produção de cianeto e outros compostos tóxicos pelas folhas, dificultando o estabelecimento das conexões vasculares funcionais, o que pode causar a degeneração dos tecidos do porta-enxerto (DARIKOVA et al., 2011)

- **Localizada**

Já a incompatibilidade localizada apresenta poucos sintomas externos, de forma que os mesmos podem demorar anos para que sejam evidenciados. A incompatibilidade localizada é melhor explicada quando comparada à translocada, sendo relacionada a má formação estrutural na região de enxertia. Pode haver necrose no tecido cambial, resultando na ruptura da enxertia (PEREIRA, 2014). MOOSE (1962) definiu como a principal consequência desta incompatibilidade, os problemas físicos encontrados na região de união do enxerto. Segundo o autor, o desenvolvimento anormal dos tecidos encontrados no ponto de enxertia, resulta na formação de feixes vasculares que não são completamente lignificados, provocando uma falha na porção vascular e cambial. Quanto maior o grau de descontinuidade na região, maior será o retardamento no processo de crescimento na planta.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Obtenção das sementes e semeadura dos porta-enxertos

O experimento foi conduzido na área experimental do Setor de Fruticultura do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, no município de Lavras, sul do estado de Minas Gerais. O local apresenta clima tropical de altitude (Cwb), situado a 21°14' de latitude Sul e 45°00' de latitude oeste, a uma altura média de 918 metros.

Foram coletadas sementes de frutos maduros dos porta-enxertos *Chaenomeles sinensis* Mill. ('Japonês') e *Pyrus calleryana* Dene. ('Taiwan Nashi-C') da coleção de marmeleiros e pereiras do Núcleo de Produção de Mudas de São Bento do Sapucaí – SP, pertencente a Coordenadoria de Assistência Técnica e Integral (CATI) do estado de São Paulo, no mês de abril de 2013.

Após a extração, as sementes foram colocadas sob peneira de cerdas finas, acrescentando 20g de cal/Kg (CaO) de semente sob água corrente, visando a remoção da mucilagem. Em seguida, as sementes foram colocadas à sombra sobre folhas de papel filtro para secarem. Passadas 48 horas, as mesmas foram distribuídas em placas de Petri (dimensões de 90 x 15 mm), forradas com algodão umedecido e colocadas para estratificar a frio em câmara tipo B.O.D. (temperatura de 4 °C) por 30 dias.

Posteriormente, foram dispersas em bandejas de poliestireno de 128 células, contendo como substrato a vermiculita expandida de grânulos médios e, ao final de 60 dias, as plântulas foram transplantadas para sacos plásticos (30 x 18 cm, capacidade de 3 L), preenchidos com substrato composto de terra: areia: esterco bovino curtido (1:1:1 v/v).

3.2 Enxertia dos interenxertos

Em junho de 2014 as mudas de marmeleiro *C. sinensis* e de *P. calleryana* apresentavam altura média de 90 cm e diâmetro de nove mm no ponto de enxertia (20 cm acima do colo da planta).

Garfos de sete cm de comprimento e diâmetro ao redor de oito mm foram coletados dos marmeleiros ‘Adams’, ‘BA-29’, ‘MA’, ‘MC’ e ‘Sydon’, todos estes da espécie *Cydonia Oblonga* L., de plantas localizadas no Setor de Fruticultura da UFLA. Foram realizadas enxertias por garfagem pelo método de fenda cheia nos porta-enxertos *C. sinensis* e *P. calleryana*. Os garfos foram amarrados com fitas plásticas (fitilhos) e protegidos por sacos plásticos transparentes, com o intuito de formar uma câmara úmida e evitar a dessecação do material propagativo. Os sacos plásticos foram retirados 30 dias após a enxertia, e passados mais 30 dias foram retirados os fitilhos.

As mudas foram mantidas em viveiro telado (50% de luminosidade) e irrigadas periodicamente. Foi realizada a retirada de plantas invasoras das mudas enxertadas, além da desbrota do porta-enxerto e também do enxerto, deixando apenas a maior brotação para avaliação de características posteriores.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, em fatorial 2 x 5, sendo o primeiro fator as duas variedades de porta-enxerto e o segundo fator as cinco variedades marmeleiros do gênero *Cydonia*, com quatro repetições e 10 enxertos por unidade experimental.

Aos 60 dias após a realização da enxertia foi avaliada a porcentagem de garfos brotados, além da mensuração do comprimento e diâmetro médio dos enxertos (acima do ponto de enxertia), mensurações essas que foram repetidas aos 120 e 180 dias após a realização da enxertia, quando se encerrou o experimento. Ao final, ainda foram removidas as brotações do enxerto para quantificação da massa seca. Para isso, as brotações foram fracionadas e

colocadas individualmente em sacos de papel e postas para secar em câmara de secagem à temperatura constante de 60 °C por 72 horas.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias ao teste Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade. As análises foram realizadas pelo programa computacional Sistema para Análise de Variância – SISVAR (FERREIRA, 2011).

3.3 Análise anatômica

Posteriormente, foi realizado o estudo da caracterização anatômica, que foi conduzido no Laboratório de Anatomia Vegetal, do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Foram coletadas porções caulinares exatamente na região de enxertia, livres de patógenos, de dez diferentes tipos de combinações, entre porta-enxerto e enxerto: *P. calleryana* e *C. sinensis* enxertados com os marmeleiros ‘Adams’, ‘BA-29’, ‘MA’, ‘MC’ e ‘Sydon’. Foram coletadas três amostras das regiões caulinares por tratamento, para realização das secções transversais.

Para obtenção das secções transversais foram retirados fragmentos de aproximadamente 1 cm² dos segmentos caulinares. Para confecção das lâminas permanentes, os fragmentos caulinares foram desidratados em série crescente de etanol e a inclusão foi realizada em resina hidroxietilmetacrilato Leica[®], segundo protocolo do fabricante.

Secções transversais de cerca de cinco µm foram realizadas com auxílio de micrótomo deslize e coradas com azul de toluidina a 0,05%, e montada em resina sintética Permound[®]. As fotografias foram obtidas com auxílio de microscópio óptico Zeiss com sistema de captura acoplado para obtenção das imagens e posterior descrição das mesmas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para avaliação da porcentagem de enxertos brotados, a análise estatística revelou que não houve interação significativa entre os fatores e também não houve diferença significativa para esses de forma isolada. Para todas as avaliações do comprimento e diâmetro médio, e também da massa seca do enxerto, não houve interação, apenas diferença estatística para os fatores isolados.

Apesar de não haver diferença estatística entre os fatores isolados, a porcentagem de enxertos brotados nos porta-enxertos foi superior a 95% (Tabela 1) e dos enxertos superior a 90% (Tabela 2), demonstrando haver sucesso dessas combinações quanto ao pegamento do enxerto.

Tabela 1 Porcentagem de enxertos brotados (%EB) e comprimento médio da brotação aos 60, 120 e 180 dias; dos enxertos em função dos porta-enxertos *Chaenomeles sinensis* e *Pyrus calleryana*.

Porta-enxertos	% EB	Variáveis Analisadas ⁽¹⁾		
		Comprimento Brotação (cm)		
		60 dias	120 dias	180 dias
<i>C. sinensis</i>	95,0 a	4,73 b	35,54 a	49,3 a
<i>P. calleryana</i>	95,5 a	6,89 a	36,33 a	50,4 a
CV (%)	7,14	23,51	15,02	10,78

⁽¹⁾Médias seguidas por letras na coluna pertencem a um mesmo grupo, pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 2 Porcentagem de enxertos brotados (%EB) e Comprimento médio da brotação (CMB) aos 60, 120 e 180 dias, dos marmeleiros *Cydonia oblonga* (Ma, Mc, Sydon, BA-29 e Adams), enxertados nos dois tipos de porta-enxertos.

Marmeleiros (interenxertos)	% EB	Variáveis Analisadas ⁽¹⁾		
		Comprimento Brotação (cm)		
		60 dias	120 dias	180 dias
MA	92,50 a	5,72 b	40,13 a	50,49 a
MC	97,50 a	7,90 a	40,93 a	54,65 a
SYDON	93,80 a	4,98 b	33,91 b	53,70 a
BA-29	92,50 a	2,85 c	25,29 c	34,61 b
ADAMS	100,0 a	7,59 a	39,43 a	55,74 a
CV (%)	7,14	23,51	15,02	10,78

⁽¹⁾Médias seguidas por letras na coluna pertencem a um mesmo grupo, pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Segundo Pio et al. (2008b), em trabalho realizado com enxertia dos marmeleiros ‘Portugal’, ‘Smyrna’, ‘Mendonça INTA-37’, ‘Provence’ e ‘Japonês’, nos porta-enxertos *C. sinensis* e *P. calleryana* foi observada também alta porcentagem de brotação das enxertias. Mesmo sendo uma prática bastante comum na fruticultura, o processo de enxertia pode não apresentar sucesso, principalmente quando se trata de enxertia realizada em materiais de gêneros diferentes (PINA et al., 2012).

Para o comprimento médio de brotação aos 60 dias, o porta-enxerto *P. calleryana* proporcionou aos interenxertos um crescimento aproximadamente 6,9 cm de comprimento (Tabela 1), mostrando desempenho superior aos marmeleiros enxertados, quando comparado ao porta-enxerto *C. sinensis*. Ainda para a mesma característica, foi observado maior comprimento para os marmeleiros ‘Adams’ e ‘MC’ quando comparado aos demais, comprimento este acima de 7,5 cm (Tabela 2).

Em trabalho realizado com a enxertia das cultivares ‘MC’ e ‘Adams’, Pio et al. (2008c) apresentaram resultados inferiores para esta característica. As cultivares apresentaram comprimento inferior a 2,1 cm de comprimento quando

enxertadas no porta-enxerto *C. sinensis*. Porém, ainda para o mesmo porta-enxerto, quando enxertada a cultivar ‘BA-29’, os autores obtiveram comprimento acima de 10 cm, de forma superior ao obtido no presente trabalho.

Para o comprimento médio de brotação aos 120 dias, não foi observada diferença significativa para o fator porta-enxerto (Tabela 1). Com relação aos marmeleiros enxertados, as cultivares ‘Adams’, ‘MA’ e ‘MC’ apresentaram comprimento aproximado de 40 cm (Tabela 2), desempenho superior às demais cultivares para esta característica, sendo que a cultivar ‘BA-29’ apresentou o menor rendimento (Tabela 2).

Pio et al. (2008c) obtiveram resultados antagônicos para a mesma característica ao estudarem as cultivares ‘Adams’, ‘BA-29’ e ‘MC’ enxertadas no porta-enxerto *C. sinensis*. No estudo realizado pelos autores, a cultivar ‘BA-29’ apresentou desempenho superior às demais, com comprimento médio aos 120 dias acima de 35 cm.

Aos 180 dias os porta-enxertos utilizados não apresentaram diferença quanto ao comprimento médio da brotação (Tabela 1). Já para os marmeleiros enxertados, a cultivar ‘BA-29’ apresentou desempenho reduzido quando comparado aos demais, os quais apresentaram comprimento médio acima de 50cm (Tabela 2).

Apesar de os marmeleiros apresentarem bom desempenho para o crescimento e desenvolvimento médio do enxerto, os resultados obtidos foram inferiores aos encontrados por Pio et al. (2009), quando estudaram o desempenho das cultivares de marmeleiro enxertadas no porta enxerto *P. calleryana*.

Esses encontraram três cultivares do gênero *Cydonia* com desempenho superior ao encontrado no presente trabalho, sendo que os marmeleiros ‘Mendoza Inta-37’ e ‘Smyrna’ apresentaram comprimento médio da brotação acima de 70 cm com avaliação feita 150 dias após a enxertia.

Mesmo não apresentando diferença significativa quando avaliado o comprimento aos 180 dias após a enxertia, os diferentes marmeleiros quando enxertados nos porta-enxertos *P. communis* e *C. sinensis* poderão apresentar diferenças para outras características quando forem levados para campo.

Pasa et al. (2011) analisaram o hábito de frutificação das cultivares de pereiras ‘Carrick’, ‘Packhams’ e ‘Willians’, enxertadas em diferentes porta-enxertos. Os autores constataram no trabalho que houve influência no número de gemas floríferas em função da utilização de diferentes porta-enxertos. O maior número de gemas floríferas para as cultivares foi obtido com porta-enxertos de marmeleiros, os quais são mais distantes taxonomicamente. Estes resultados podem ser explicados pela redução do vigor e também pela precocidade de produção, ao se utilizar cultivares pertencentes a gêneros diferentes (DARIKOVA et al., 2011).

Com relação ao diâmetro médio da brotação aos 60 dias, o porta-enxerto *P. calleryana* apresentou desempenho maior ao *C. sinensis*, proporcionando diâmetro médio de 1,80mm para os marmeleiros enxertados (Tabela 3). Com relação aos próprios marmeleiros, a cultivar ‘BA-29’ apresentou o maior desempenho, acima de 1,9mm, de modo contrário ao que foi observado para a característica comprimento médio da brotação na mesma época (Tabela 4).

Tabela 3 Diâmetro médio de brotação aos 60, 120 e 180 dias e massa seca da brotação em gramas aos 180 dias (MS), dos enxertos em função dos porta-enxertos *Chaenomeles sinensis* e *Pyrus calleryana*.

Porta-enxertos	Variáveis Analisadas ⁽¹⁾			Massa seca (g)
	Diâmetro médio de brotação (mm)			
	60 dias	120 dias	180 dias	
<i>C. sinensis</i>	1,46 b	3,70 a	5,22 b	5,90 b
<i>P. calleryana</i>	1,80 a	3,74 a	5,65 a	7,80 a
CV (%)	9,52	10,62	8,39	21,33

⁽¹⁾Médias seguidas por letras na coluna pertencem a um mesmo grupo, pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 4 Diâmetro médio de brotação (DMB) aos 60, 120 e 180 dias e Massa seca da brotação em gramas aos 180 dias (MS), dos marmeleiros *Cydonia oblonga* (Ma, Mc, Sydon, BA-29 e Adams), enxertados nos dois tipos de porta-enxertos.

Marmeleiros (interenxertos)	Variáveis Analisadas ⁽¹⁾			Massa seca (g)
	Diâmetro médio de brotação (dias)			
	60	120	180	
MA	1,44 b	3,96 a	5,60 a	8,45 a
MC	1,62 b	4,13 a	5,51 a	6,65 b
SYDON	1,55 b	3,52 b	5,64 a	8,35 a
BA-29	1,93 a	3,17 b	4,95 b	5,00 b
ADANS	1,61 b	3,94 a	5,37 a	5,85 b
CV (%)	9,52	10,62	8,39	21,33

⁽¹⁾Médias seguidas por letras na coluna pertencem a um mesmo grupo, pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Pio et al. (2008c), estudando as cultivares ‘Adams’, ‘BA-29’ e ‘MC’ enxertadas no porta-enxerto *C. sinensis*, encontraram resultados similares para a cultivar ‘BA-29’, a qual também apresentou desempenho superior diante das demais, com diâmetro acima de 2.1mm. As cultivares ‘Adams’ e ‘MC’ não apresentaram diferença estatística no trabalho destes autores, com diâmetro médio aos 60 dias de 0,94mm, valor inferior ao encontrado no presente trabalho, uma vez que estas tiveram diâmetro acima de 1,6mm na mesma época.

Para o diâmetro médio da brotação aos 120 dias não houve diferença significativa para o fator porta-enxertos, proporcionando diâmetro médio por volta de 3,7mm (Tabela 3). Já os marmeleiros ‘Adams’, ‘MA’ e ‘MC’ apresentaram diâmetro médio da brotação acima de 3,8mm, sendo o desempenho maior o das cultivares ‘BA-29’ e ‘Sydon’ (Tabela 4).

Aos 120 dias, Pio et al. (2008c) avaliaram o diâmetro médio das cultivares ‘Adams’, ‘BA-29’ e ‘MC’, sendo que o marmeleiro ‘BA-29’ apresentou diâmetro maior quando comparado às outras duas cultivares, diâmetro médio este de 4,36mm. No presente trabalho, a mesma cultivar

apresentou diâmetro médio da brotação aos 120 dias de 3,17mm, valor menor ao encontrado pelos autores no trabalho de 2008.

Aos 180 dias após a enxertia, o porta-enxerto *P. calleryana* proporcionou aos marmeleiros sobre ele enxertados diâmetro médio da brotação de 5,65mm, diâmetro este maior quando comparado ao proporcionado pelo porta-enxerto *C. chenomeles*, o qual apresentou valor de 5,26mm (Tabela 3). Para os marmeleiros enxertados, apenas a cultivar ‘BA-29’ apresentou desempenho menor dos demais, com diâmetro de 4,95mm. Os outros marmeleiros não apresentaram diferença significativa entre si, com diâmetro acima de 5,35mm (Tabela 4).

Estes resultados não corroboram com os dados obtidos por Pio et al. (2009) ao avaliarem o diâmetro médio de diferentes cultivares de marmeleiro do gênero *Cydonia* enxertados nos mesmos porta-enxertos do presente trabalho. Os valores encontrados pelos autores para esta característica, porém, aos 150 dias após a enxertia, não se diferenciam muito dos encontrados no presente trabalho, sendo que os porta-enxertos apresentaram diâmetros próximos a 5mm. Porém, no trabalho citado, os porta-enxertos não apresentaram diferença para o diâmetro médio da brotação, nas avaliações feitas com 90, 120 e 150 dias.

Por fim, foi analisada a massa fresca em gramas dos tratamentos. O porta-enxerto *P. calleryana* proporcionou aos marmeleiros massa de aproximadamente 7,8g, sendo bem superior ao *C. sinensis*, o qual teve apenas 5,9g de massa seca da parte aérea (Tabela 3). Com relação aos marmeleiros enxertados, as cultivares ‘MA’ e ‘Sydon’ foram maiores às demais, apresentando massa seca da parte aérea acima de 8g (Tabela 4).

Em trabalho parecido realizado no Núcleo de Estações Experimentais da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Seifert et al. (2009) avaliaram a massa seca média do enxerto de duas cultivares de pereira (‘Seleta’ e ‘Triunfo’), enxertadas em quatro interenxertos diferentes e no porta-enxerto

‘Japonês’. A cultivar ‘Seleta’, com melhor desempenho, apresentou 3,9g em média. A diferença do valor encontrado entre os trabalhos pode estar relacionada com a diferença na época de avaliação e também pela realização da dupla-enxertia.

No presente trabalho, todos os materiais apresentaram afinidade no processo de enxertia, o que não significa que haja compatibilidade entre as cultivares utilizadas. Esta afinidade pode estar relacionada a uma incompatibilidade branda entre os gêneros utilizados, podendo vir a ser um efeito desejável, uma vez que resulta apenas na redução do vigor. Esta função de redução, denominada de “ananizante”, está diretamente relacionada ao crescimento vegetativo e resulta no aumento da produção no campo, devido a possibilidade de maior densidade de plantio (MARTÍNEZ-BALLESTA et al., 2010).

O sucesso obtido no processo de enxertia pode ser explicado por um conjunto de fatores ocorridos em etapas. A partir da adesão entre enxerto e porta-enxerto há a regeneração das células parenquimáticas preenchendo os espaços intracelulares. Estas por sua vez irão se comunicar por uma via simplástica, a qual é responsável pela interação metabólica entre as células que foram regeneradas (PINA et al., 2012).

Posteriormente, as células metabólicas se diferenciam em tecidos cambiais, resultando na regeneração dos vasos condutores e em um sistema vascular funcional na região de enxertia, o que evidencia claramente o sucesso no processo de enxertia, visto que, após o ocorrido, porta-enxerto e enxerto irão se unir formando apenas um sistema de condução (HARTMANN et al., 2010). As figuras 1 e 2 representam o alto índice de pegamento encontrado no presente trabalho, evidenciando a região de união entre os tecidos por meio de cortes anatômicos realizados na junção entre porta-enxerto e enxerto.

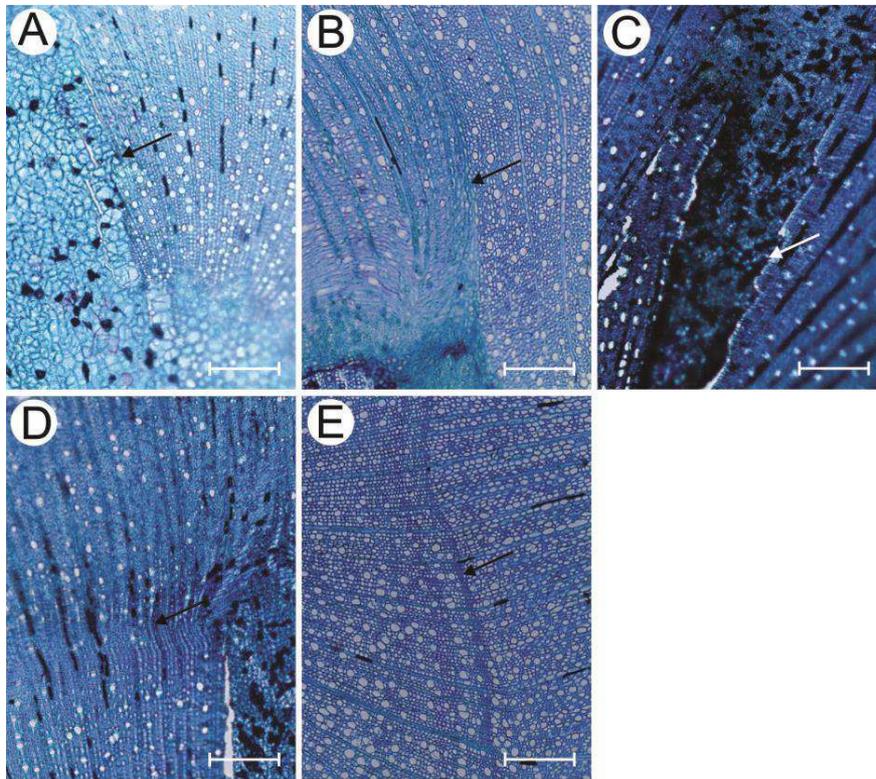


Figura 1 Células dos vasos condutores na seção transversal da superfície de enxertia entre *C. oblonga*/*C. sinensis*. As setas evidenciam a região onde houve união entre os tecidos de porta-enxerto e enxerto. (A) 'Sydon'/ *C. sinensis*, (B) 'Adams'/ *C. sinensis*, (C) 'BA-29'/ *C. sinensis*, (D) 'MA'/ *C. sinensis*, (E) 'MC'/ *C. sinensis*; barra = 150 μ m.

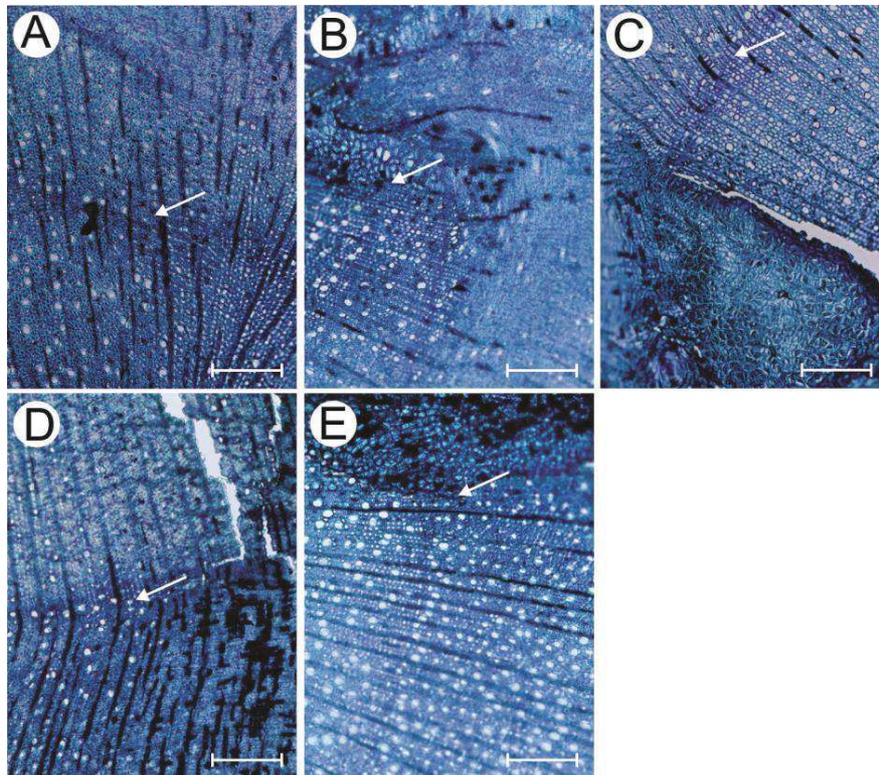


Figura 2 Células dos vasos condutores na seção transversal da superfície de enxertia entre *C. oblonga*/*P. calleryana*. As setas evidenciam a região onde houve união entre os tecidos de porta-enxerto e enxerto. (A) 'Sydon'/ *P. calleryana*, (B) 'Adams'/ *P. calleryana*, (C) 'BA-29'/ *P. calleryana*, (D) 'MA'/ *P. calleryana*, (E) 'MC'/ *P. calleryana*; barra = 150 μ m.

Ao se analisar todos os tratamentos em geral, observou-se grande regeneração das células parenquimáticas, as quais se ligaram por meio dos plasmodesmos formando o canal responsável pela interação metabólica. Os tratamentos compostos pelo porta-enxerto *P. calleryana* demonstraram maior diferenciação das células em tecidos cambiais, dando destaques aos interenxertos 'Sydon' (Figura 2A) e 'MA' (Figura 2D), os quais demonstraram maior afinidade com este porta-enxerto. Em geral, houve boa diferenciação

celular em todos os tratamentos, uma vez que o sucesso de enxertia pode ser evidenciado pela porcentagem de enxertos brotados, a qual foi superior a 90%.

Apesar do sucesso observado no processo de enxertia, alguns tratamentos obtiveram um processo de regeneração celular menos consistente, resultando em uma maior dificuldade de união entre porta-enxerto e enxerto, o que pode ser muito evidenciado na figura 1C, que representa o tratamento 'BA-29'/*C. sinensis*. Este tratamento apresentou também menor desenvolvimento nas análises de crescimento, uma vez que o desenvolvimento da brotação está diretamente relacionado à compatibilidade dos genótipos envolvidos no processo de enxertia.

Este menor desenvolvimento deve ser estudado cuidadosamente, pois pode representar uma boa característica para a muda que será cultivada no campo. Após a realização da enxertia da cultivar copa é que poderá ser feita a avaliação da influência do crescimento do interenxerto na qualidade final da muda. Tratamentos como o 'BA-29'/*C. sinensis* que possuem menores valores para caracteres quantitativos, como é o caso de diâmetro e comprimento médios da brotação, podem reduzir o vigor da cultivar copa quando levados a campo e não comprometer o potencial produtivo da mesma, se tornando uma muda ideal para os padrões atuais da fruticultura.

5 CONCLUSÕES

1. Os marmeleiros da espécie *Cydonia oblonga* apresentam alta taxa de pegamento de enxertia com os porta-enxertos *Pyrus calleryana* e *Chaenomeles sinensis*.
2. Em geral, o porta enxerto *P. calleryana* proporcionou maior crescimento quando comparado ao porta-enxerto *C. sinensis*, nos marmeleiros sobre eles enxertados.
3. As cultivares de marmeleiro ‘MA’ e ‘Sydon’ apresentaram, em geral, maior crescimento quando enxertadas em ambos porta- enxertos.
4. Os tratamentos que apresentaram maiores valores nos caracteres quantitativos analisados, também apresentaram maior consistência na regeneração celular e diferenciação em tecidos cambiais, apresentando maior grau de compatibilidade.

REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, E.; ALVARENGA, A. A.; SOUZA, M. de. A produção extrativa de um novo marmeleiro no Sul do Estado de Minas Gerais. **Revista Ciência e Prática**, Lavras, v. 16, n. 1, p. 78, jan./mar. 1992.

ANDRADA, C. A. **El membrillo y su Dulce**. Buenos Aires: La Colmena, 2000.

BARBOSA, W. et al. Conservação e germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas da pereira porta-enxerto ‘Taiwan Nashi-C’. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 54, n. 3, p. 147-151, set./dez. 1997.

BARBOSA, W. et al. Formação rápida de mudas vigorosas de pêra com porta-enxerto oriental. **O Agrônomo**, Campinas, v. 47-50, n. 1, p. 28-31, 1998.
CELANT, V. M. et al. Armazenamento a frio de ramos portaborbulhas e métodos de enxertia de cultivares de marmeleiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 1, p. 20-24, jan./fev. 2010.

DALL’ORTO, F. A. C. et al. **Variedades de pera para o estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1996.

DARIKOVA, J. A. et al. Grafts of woody plants and the problem of incompatibility between scion and rootstock (a review). **Journal of Siberian Federal University**, Krasnoyarsk, v. 4, n. 1, p. 54-63, Sept. 2011.

FACHINELLO, J. C. et al. Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, nesp. 1, p. 109-120, out. 2011.

FACHINELO, J. C.; HOFFMAN, A.; NACHTIGAL, J. C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005.

FAORO, I. D. Peras comerciais para as regiões mais frias de Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, Santa Catarina, v. 12, n. 2, p. 5-8, 1999.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez. 2011.

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

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **Faostat agriculture data: croops and processed: pear and quince**. Washington: FAO, 2013. Disponível em: <<http://www.faostat.fao.org>>. Acesso em: 20 mar. 2013.

GULEN, H. et al. Peroxidase isozyme profiles in compatible and incompatible pear-quince graft combinations. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 127, n. 2, p. 152-157, 2002.

HARTMANN, H. T. et al. **Plant propagation: principles and practices**. New Jersey: Prentice Hall, 2010.

HOOIJDONK, B.; WOOLLEY, D.; WARRINGTON, I. Rootstocks modify scion architecture, endogenous hormones, and root growth of newly grafted 'Royal Gala' apple trees. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 136, p. 93-102, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção agrícola: marmelo e pêra**. São Paulo: IBGE, 2013. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 20 mar. 2013.

JACKSON, J. E. **Biology of apples and pears**. Cambridge: Cambridge University, 2003.

JANICK, J. **A ciência da horticultura**. Rio de Janeiro: USAID, 1966.

LORETI, F.; GIL, G. Portainjertos para el peral: situación actual y perspectivas. **Rutícola**, Pizza, v. 15, n. 2, p. 45-50, 1994.

MARTÍNEZ-BALLESTA, M. C. et al. Physiological aspects of rootstock-scion interactions. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 127, n. 2, p. 112-118, Dec. 2010.

MASSERON, A. **Les porte-greffe pommier, poirier et nashi**. Paris: Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes, 1989.

MOORE, R. Graft incompatibility between pear and quince: the influence of metabolites of *Cidonia oblonga* on suspension cultures of a *Pyrus communis*. **American Journal of Botany**, Columbus, v. 73, n. 1, p. 1-4, 1986.

MOSSE, B. **Graft incompatibility in fruit trees**. England: Commerce of Bureau Horticultural Plant Crops, 1962. 36p. (Technical Communication 28).

NAKASU, B. H.; LEITE, D. L. Indicação de porta-enxertos e cultivares de pereira para o sul do Brasil. **Hortisul**, Pelotas, v. 1, n. 2, p. 20-24, 1990.

NAM, K. W.; KIM, K. S. Graft transmission and cytopathology of pear black necrotic leaf spot (PBNLS) disease. **The Plant Pathology Journal**, Amsterdam, v. 18, p. 301-307, 2002.

PASA, M. S. et al. Desenvolvimento, produtividade e qualidade de peras sobre porta-enxertos de marmeleiro e *pyrus calleryana*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 3, p. 873-880, set. 2011.

PERAZZOLO, G. Problemática da cultura da Pereira no Rio Grande do Sul. In: REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DA PEREIRA, 2., 2008, Lages. **Anais...** Lages: Universidade de Santa Catarina, 2008. p. 20-24.

PEREIRA, I. S. et al. Incompatibilidade de enxertia em *Prunus*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 9, p. 1519-1526, set. 2014.

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

PINA, A.; ERREA, P.; MARTENS, H. J. Graft union formation and cell-to-cell communication via plasmodesmata in compatible and incompatible stem unions of *Prunus* spp. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 143, p. 144-150, Aug. 2012.

PIO, R. et al. Cultivares de pereiras em diferentes porta-enxertos de marmeleiro em região sub-tropical. **Revista UDO Agrícola**, Venezuela, v. 7, n. 1, p. 74-78, 2007b.

PIO, R. et al. Desenvolvimento de 31 cultivares de marmeleiros enxertadas no porta-enxerto ‘Japonês’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 466-470, jun. 2008c.

PIO, R. et al. Intergeneric grafting of pear cultivars in the ‘Japonês’ quince tree. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 800, p. 707-712, 2008a.

PIO, R. et al. Marmeleiro ‘Japones’: uma nova opção de porta enxerto para marmelos. **O Agrônomo**, Campinas, v. 57, n. 1, p. 15-16, 2005.

PIO, R. et al. Métodos de enxertia por garfagem de cultivares de marmeleiro no porta-enxerto ‘Japonês’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 1, p. 267-270, mar. 2008b.

PIO, R. et al. Potencial de propagação de cultivares de marmeleiro por estaquia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 287-289, ago. 2004.

PIO, R. et al. Propagação do marmeleiro ‘Japonês’ por estaquia e alporquia realizadas em diferentes épocas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 2, p. 570-574, mar./abr. 2007a.

RAMOS, J. D.; SOUZA, M.; PASQUAL, M. Porta-enxertos para pereira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 12, p. 1817-1820, 1990.

SAMAD, A.; MCNEIL, D. L.; KHAN, Z. Effect of interstock bridge grafting (M9 dwarfing rootstock and same cultivar cutting) on vegetative growth, reproductive growth and carbohydrate composition of mature apple trees. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 79, n. 1-2, p. 23-38, Feb. 1999.

SANTAMOUR JÚNIOR, F. S. Graft compatibility in woody plants: a expanded perspective. **Journal of Environmental Horticulture**, Washington, v. 6, N. 1, p. 27-32, Mar. 1988.

SCHULZ, A. Physiological control of plasmodesmal gating. In: VAN BEL, A. J. E.; VAN KESTEREN, W. J. P. (Ed.). **Plasmodesmata: structure, function, role in cell communication**. New York: Springer Verlag, 1999. p. 173-204.

SEIFERT, K. E. et al. Mudanças de pera produzidas por dupla enxertia em marmeleiro utilizando o porta-enxerto ‘Japonês’. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 12, p. 1631-1635, dez. 2009.

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

TECCHIO, M. A. et al. Evolution and perspective of the temperate fruit crops in São Paulo state, Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, nesp. 1, p. 150-157, out. 2011.

WERTHEIM, S. J. Rootstocks for european pear: a review. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 596, p. 299-309, 2002.

YONEMOTO, Y. et al. Effects of rootstock and crop load on sap flow rate in branches of 'Shirakawa Satsuma' mandarin (*Citrus unshiu* Marc.). **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 102, n. 3, p. 295-300, Nov. 2004.

ZARROUK, O. et al. Changes in cell/tissue organization and peroxidase activity as markers for early detection of graft incompatibility in peach/plum combinations. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 135, n. 1, p. 9-17, 2010.