



**EVALDO TADEU DE MELO**

**COMPATIBILIDADE ANATÔMICA DOS  
PORTA-ENXERTOS *Pyrus calleryana* e  
*Chaenomeles sinensis* COM PEREIRAS,  
MACIEIRAS E MARMELEIROS**

**LAVRAS - MG**

**2016**

**EVALDO TADEU DE MELO**

**COMPATIBILIDADE ANATÔMICA DOS PORTA-ENXERTOS *Pyrus calleryana* e *Chaenomeles sinensis* COM PEREIRAS, MACIEIRAS E MARMELLEIROS**

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**

**2016**

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

Melo, Evaldo Tadeu de.

Compatibilidade anatômica dos porta-enxertos *Pyrus calleryana* e *Chaenomeles sinensis* com pereiras, macieiras e marmeleiros / Evaldo Tadeu de Melo. – Lavras : UFLA, 2016.  
77 p. : il.

Dissertação (mestrado acadêmico)–Universidade Federal de Lavras, 2016.

Orientador(a): Rafael Pio.

Bibliografia.

1. Pomáceas. 2. Enxertia. 3. Anatomia. 4. Conexão vascular. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

**EVALDO TADEU DE MELO**

**COMPATIBILIDADE ANATÔMICA DOS PORTA-ENXERTOS *Pyrus calleryana* e *Chaenomeles sinensis* COM PEREIRAS, MACIEIRAS E MARMELEIROS**

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 07 de abril de 2016.

Dr. Ângelo Alberico Alvarenga      EPAMIG

Dr. Fabio Akira Mori                  UFLA

Dr. Rafael Pio  
Orientador

**LAVRAS – MG**

**2016**

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por me iluminar e permitir mais esta conquista.

À Universidade Federal de Lavras, através do Departamento de Agricultura, do Setor de Fruticultura e do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, pela oportunidade de realizar este curso.

Ao meu orientador e amigo, Professor Dr. Rafael Pio, pela oportunidade, incentivo, ensinamentos e apoio no decorrer deste curso.

A todos os amigos e companheiros do Setor de Fruticultura, pela ajuda na execução dos experimentos, dicas, sugestões e contribuições valiosas no dia a dia.

Ao laboratório de Anatomia da Madeira, em especial à doutoranda Cassiana Alves Ferreira, pela imensa ajuda no preparo do material histológico.

Ao laboratório de Anatomia Vegetal, em especial ao técnico Ítalo Antônio Fernandes, pelo auxílio com os corantes e com as fotomicrografias.

Ao Professor do Departamento de Ciências Florestais, Dr. Fabio Akira Mori, por compor a banca examinadora, e oferecer sugestões valiosas.

Ao pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Dr. Ângelo Alberico Alvarenga, por compor a banca examinadora e oferecer sugestões valiosas.

A toda a minha família. Em especial, à minha esposa Monique Carolina Nunes Fernandes, pelo incentivo, apoio e companheirismo, sem o qual eu jamais teria vindo para Lavras, e conseqüentemente, cursado esse Mestrado.

Aos demais não mencionados, mas que de alguma forma contribuíram para a conclusão deste trabalho.

Meu muito obrigado!

“ Buscai primeiro o reino de Deus e a sua justiça,  
e todas estas coisas vos serão acrescentadas”.

Mateus, 6:33.

## RESUMO

A enxertia tem sido muito utilizada na produção de mudas, no entanto, é importante ressaltar a dificuldade encontrada na afinidade entre as combinações copa e porta-enxertos. Mesmo com os significativos avanços ocorridos nas últimas décadas e as novas cultivares desenvolvidas, verifica-se carência de porta-enxertos adaptados às condições climáticas de pouco frio hibernal. Nesse sentido, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a compatibilidade anatômica de cultivares de pomáceas nos porta-enxertos *Pyrus calleryana* e *Chaenomeles sinensis*, analisando a conexão dos tecidos vasculares do xilema secundário, para detectar combinações compatíveis, visando a expansão do cultivo de pereiras, marmeleiros e macieiras em regiões subtropicais. Foram realizadas três experimentações, sendo a primeira composta por 11 cultivares de pereira, a segunda, por duas cultivares de marmeleiro, e a terceira, por três cultivares de macieira, todas enxertadas sobre os porta-enxertos *Pyrus calleryana* e *Chaenomeles sinensis*. Em cada experimentação utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições e 10 enxertos por parcela. Foram avaliados a porcentagem de brotação dos enxertos aos 60 dias, o comprimento e diâmetro das brotações, e análises anatômicas aos 120 dias após a realização da enxertia, sendo realizados cortes nas secções transversais e longitudinais. Não foram encontradas diferenças significativas entre os elementos anatômicos do xilema secundário de todas as espécies utilizadas nas experimentações. As pereiras apresentaram boa taxa de brotação, porém, o desenvolvimento ocorreu apenas sobre o *Pyrus calleryana*, e na avaliação anatômica observou-se que os tecidos vasculares haviam se conectado, o que não ocorreu sobre o *Chaenomeles sinensis*. Os marmeleiros também apresentaram boa taxa de brotação e se desenvolveram bem sobre ambos os porta-enxertos, com boa conexão dos tecidos vasculares. As macieiras apresentaram pequeno desenvolvimento sobre o porta-enxerto *Pyrus calleryana*, com conexão de poucos tecidos vasculares, sobre o *Chaenomeles sinensis* não houve desenvolvimento do enxerto e nem conexão dos tecidos vasculares. Conclui-se que a brotação dos enxertos não indica sucesso na enxertia intergenérica; a conexão dos tecidos é fundamental para o sucesso da enxertia, e quanto maior a conexão dos tecidos vasculares maior será o desenvolvimento da futura planta; as pereiras não apresentaram compatibilidade com o *Chaenomeles sinensis*; os marmeleiros apresentaram compatibilidade com ambos os porta-enxertos; as macieiras apresentaram incompatibilidade com *Chaenomeles sinensis*, e apenas a cultivar Princesa, se desenvolveu sobre *Pyrus calleryana*.

Palavras-chave: Pomáceas. Enxertia. Anatomia. Conexão vascular.

## ABSTRACT

Grafting has been widely used in the production of seedlings, however, it is important to point out the difficulty in affinity between scion-rootstocks. Even with the significant progress made in recent decades and development of new cultivars, there is lack of rootstocks adapted to mild winter conditions. In this sense, the aim of this study was to evaluate the anatomical compatibility of pomaceas cultivars on rootstocks *Pyrus calleryana* e *Chaenomeles sinensis*, analyzing the connection of vascular tissues from secondary xylem, to detect compatible combinations, aiming the expansion of pears cultivation, quince and apple trees in subtropical regions. Three experiments were conducted, the first consisting of eleven pear cultivars, the second of two cultivars of quince and the third for three apple cultivars, all grafted on rootstocks of *Pyrus calleryana* and *Chaenomeles sinensis*. In each experiment was used a completely randomized design, with five replications and 10 grafts per plot. Was evaluated the percentage of sprouting per graft at 60 days, the length and diameter of the shoots and anatomical analyzes 120 days after grafting, cuts being made in cross and longitudinal sections. There were no significant differences between the anatomical elements of the secondary xylem of all species used in trials. The pear trees showed good rate of budding, but the development occurred only on the *Pyrus calleryana* and in anatomical assessment it was observed that the vascular tissues were connected, which did not occur on the *Chaenomeles sinensis*. The quince tree also showed good rate of budding and developed well on both rootstocks with good connection of vascular tissues. The apple trees had small development on the *Pyrus calleryana* rootstock, with connecting of a few vascular tissues, on the *Chaenomeles sinensis* there was no development of the graft and connection of vascular tissues. It is concluded that the budding graft does not indicate success in grafting intergeneric; the connection of tissues is fundamental to the success of grafting and the greater the connection of vascular tissues the greater the development of the future plant; pear trees have no compatibility with the *Chaenomeles sinensis*; the quinces have compatibility with both rootstocks; the apple trees have incompatibility with *Chaenomeles sinensis*, and only the cultivar Princess developed on *Pyrus calleryana*.

Keywords: Pomaceas. Grafting. Anatomy. Vascular connection.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 Esquema representativo, A = Região do enxerto onde se realizou os cortes transversais. B = Região do enxerto onde se realizou os cortes longitudinais. P.E. = Porta-enxerto. Ex = Enxerto. L.C. = Linha de corte..... 37
- Figura 2 Seções transversais na região da enxertia, A = ‘Triunfo’/*Pyrus*, B = ‘Willians’/*Pyrus*, C = ‘Triunfo’/*Chaenomeles*, D = ‘Willians’/*Chaenomeles*. CC = Camada de Crescimento. Ca = Calo. Barra= 2 mm..... 44
- Figura 3 Seções longitudinais na região da enxertia, A = ‘Triunfo’/*Pyrus*, B = ‘Willians’/*Pyrus*, C = ‘Triunfo’/*Chaenomeles*, D = ‘Willians’/*Chaenomeles*. Pe = Porta-enxerto, Ex = Enxerto. As setas indicam a região de união entre enxerto e porta-enxerto. Barra = 100  $\mu$ m.....46
- Figura 4 Seções transversais na região da enxertia, A = ‘Portugal’/*Pyrus*, B = ‘Mendoza Inta-37’/*Pyrus*, C = ‘Portugal’/*Chaenomeles*, D = ‘Mendoza Inta-37’/*Chaenomeles*. CC = Camada de Crescimento. Barra = 2 mm.....52
- Figura 5 Seções longitudinais na região da enxertia, A = ‘Portugal’/*Pyrus*, B = ‘Mendoza Inta-37’/*Pyrus*, C = ‘Portugal’/*Chaenomeles*, D = ‘Mendoza Inta-37’/*Chaenomeles*. Pe = Porta-enxerto, Ex = Enxerto. As setas indicam a região de união entre enxerto e porta-enxerto. Barra = 100  $\mu$ m..... 53

- Figura 6 Seções transversais na região da enxertia, A = 'Eva'/*Pyrus*, B = 'Eva'/*Chaenomeles*, C = 'Princesa'/*Pyrus*, D = 'Princesa'/*Chaenomeles*, E = 'Julieta'/*Pyrus*, F = 'Julieta'/*Chaenomeles*. CC = Camada de Crescimento. PI = Parênquima indiferenciado. Barra = 2 mm. ....58
- Figura 7 Seções longitudinais na região da enxertia, A = 'Eva'/*Pyrus*, B = 'Eva'/*Chaenomeles*, C = 'Princesa'/*Pyrus*, D = 'Princesa'/*Chaenomeles*, E = 'Julieta'/*Pyrus*, F = 'Julieta'/*Chaenomeles*. Pe = Porta-enxerto, Ex = Enxerto. As setas indicam a região de união entre enxerto e porta-enxerto. Barra = 100  $\mu$ m.....59
- Figura 8 A = Seção longitudinal tangencial, B = Seção transversal, C e D = Elemento de vaso do Xilema, E = Espessamento em espiral da parede dos vasos. R.U.S = Raios Uniseriados. R.M.S. = Raios Multisseriados. Cr = Cristais. Vs = Vasos. Fb = Fibras. Barra A = 100  $\mu$ m, B = 30  $\mu$ m, C e D = 20  $\mu$ m, E = 40  $\mu$ m..... 62

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Comparação da produção e área plantada com <i>pomáceas</i> , entre 1990 e 2014, no Brasil e nos estados.....	16
Tabela 2	Médias de brotação dos enxertos aos 60 dias, diâmetro e comprimento aos 120 dias, após a enxertia das cultivares de pereira nos porta-enxertos <i>Pyrus calleryana</i> e <i>Chaenomeles sinensis</i> .....	41
Tabela 3	Médias de brotação dos enxertos aos 60 dias, diâmetro e comprimento aos 120 dias, após a enxertia das cultivares de marmeleiro nos porta-enxertos <i>Pyrus calleryana</i> e <i>Chaenomeles sinensis</i> .....	50
Tabela 4	Médias de brotação dos enxertos aos 60 dias, diâmetro e comprimento aos 120 dias, após a enxertia das cultivares de macieiras nos porta-enxertos <i>Pyrus calleryana</i> e <i>Chaenomeles</i> .....	55
Tabela 5	Descrição biométrica dos elementos de vaso do xilema secundário de pereiras, marmeleiros, macieiras e dos porta-enxertos <i>Pyrus calleryana</i> e <i>Chaenomeles sinensis</i> .....	63
Tabela 6	Descrição biométrica dos raios de parenquima do xilema secundário de pereiras, marmeleiros, macieiras e dos porta-enxertos <i>Pyrus calleryana</i> e <i>Chaenomeles sinensis</i> .....	65

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO .....	15
2.1	Pereiras .....	17
2.2	Marmeleiros .....	19
2.3	Macieiras.....	21
2.4	Enxertia.....	22
2.5	Porta-enxertos .....	25
2.5.1	<i>Pyrus calleryana</i> .....	26
2.5.2	<i>Chaenomeles sinensis</i> .....	27
2.6	Inter-enxertia.....	29
2.7	Compatibilidade e incompatibilidade na enxertia .....	29
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	34
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
4.1	Pereiras sobre <i>Pyrus calleryana</i> e <i>Chaenomeles sinensis</i> .....	39
4.2	Marmeleiros sobre <i>Pyrus calleryana</i> e <i>Chaenomeles sinensis</i> .....	48
4.3	Macieiras sobre <i>Pyrus calleryana</i> e <i>Chaenomeles sinensis</i> .....	53
4.4	Descrições biométricas .....	61
5	CONCLUSÕES.....	67
	REFERÊNCIAS.....	68

## 1 INTRODUÇÃO

A fruticultura de clima temperado deixou de ser praticada somente na região sul do Brasil, deslocando-se para outras regiões dotadas de inverno ameno, desprovidas, muitas vezes, de temperaturas hibernais baixas. O reflexo dessa migração ocasionou a implantação de inúmeros pomares de fruteiras de clima temperado em regiões atípicas, muitas vezes sendo utilizadas espécies e/ou cultivares pouco pesquisadas quanto à adaptação climática, ocasionando menor desempenho produtivo dos pomares.

As cultivares desenvolvidas em São Paulo pelo Instituto Agrônomo (IAC) e no Paraná pelo Instituto de Pesquisa do Paraná (IAPAR), que necessitam de menor quantidade de unidades de frio, quando cultivadas em regiões de inverno ameno, possibilitam a colheita dos frutos em épocas de menores ofertas, obtendo melhores preços pelos produtores. Isso devido ao início da safra nessas regiões ocorrer em época antecipada, em relação às tradicionais regiões produtoras do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Além do mais, por atender ao mercado por um período de tempo maior, devido aos variados ciclos de maturação dos frutos.

A cultura do marmeleiro foi tão expressiva no Brasil, que a marmelada se tornou o principal e o primeiro produto de exportação paulista na época colonial, e mais recentemente, na década de 30, foi responsável pelo desenvolvimento de municípios do sul de Minas, com a instalação de indústrias para processamento da fruta, na região do município de Delfim Moreira.

O cultivo de macieiras no Brasil teve grande avanço nas últimas décadas, em Minas Gerais a área cultivada passou de 54 ha em 1990 para 195 ha em 2014, porém, existem muitas outras áreas aptas ao cultivo ainda não exploradas, como a região sul do estado.

No caso das pereiras, o Brasil tem uma produção próxima de 20 mil ton/ano, concentrada basicamente nos estados da região sul, e consome quase dez vezes mais, fato que faz as peras liderarem a importação brasileira de frutas frescas.

Embora estas espécies apresentem sementes viáveis, a propagação pela reprodução sexuada não se adequa às características dos plantios comerciais, sendo a propagação vegetativa por enxertia, a técnica mais viável para a formação das mudas. Apesar disto, é importante ressaltar, a dificuldade encontrada na afinidade entre os materiais envolvidos no processo de enxertia, resultando em muitas combinações copa/porta-enxerto incompatíveis. A incompatibilidade é definida como sendo a incapacidade da perfeita união entre enxerto e porta-enxerto, ocasionando o não crescimento normal de uma planta enxertada, o que pode levar à morte prematura do enxerto. A formação dos calos pode ocorrer tanto entre materiais compatíveis como em incompatíveis, não sendo assim, um evento confiável para a determinação da compatibilidade no processo de enxertia.

Nos plantios europeus, norte e sul americanos de pereira, utilizam-se os marmeleiros do gênero *Cydonia* como porta-enxertos, por propiciarem redução do vigor das plantas, facilitando o manejo cultural das mesmas, principalmente o raleio dos frutos, a colheita e as podas.

A espécie *Chaenomeles sinensis* é utilizada para a produção de marmelos, e possui boa adaptação em regiões subtropicais, principalmente no que tange às temperaturas elevadas na camada superficial do solo. Por possuir grande número de sementes por fruto, alta emergência, rápido crescimento na fase de viveiro, e compatibilidade com a maioria das cultivares de marmeleiro, vem sendo utilizada também como porta-enxerto. Essa espécie poderia ser uma boa alternativa como porta-enxerto para as pereiras e as macieiras, na tentativa de expandir o cultivo nas regiões subtropicais.

Outra espécie em potencial é a *Pyrus calleryana*, utilizada como porta-enxerto para as pereiras orientais. Por propiciar crescimento vigoroso, também poderia ser utilizada como porta-enxerto para macieiras e, principalmente, para os marmeleiros, que possuem desenvolvimento inicial lento à campo, nos primeiros anos após o plantio.

Nesse sentido, objetivou-se com o presente trabalho, avaliar a compatibilidade anatômica de cultivares de pomáceas nos porta-enxertos *Pyrus calleryana* e *Chaenomeles sinensis*, analisando a conexão dos tecidos vasculares do xilema secundário, para detectar combinações compatíveis, visando a expansão do cultivo de pereiras, marmeleiros e macieiras em regiões subtropicais.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

As espécies da subfamília *Pomoideae*, estão incluídas na família *Rosaceae*. Como característica marcante, destaca-se a presença de ovário ínfero, com 2-5 carpelos concrecidos entre si e unidos ao receptáculo côncavo. Ao amadurecer, o receptáculo torna-se carnoso, envolvendo os carpelos e formando um pseudofruto chamado pomo. São formadas por árvores e arbustos de folhas simples e caducas.

Pertencem a essa subfamília os gêneros: *Malus* (macieiras), *Pyrus* (pereiras), *Cydonia* e *Chaenomeles* (marmeleiros) e *Eriobotrya* (nespereiras), os quais se dividem em diversas espécies e centenas de cultivares.

São fruteiras tradicionalmente exploradas em regiões de clima temperado, porém, nas últimas décadas, começaram a ser cultivadas também em regiões tropicais e subtropicais.

No Brasil, a produção de maçãs, marmelos e peras, está concentrada principalmente nos estados da região sul (Tabela 1).

Dentre essas três fruteiras mencionadas, as áreas cultivadas diminuíram consideravelmente nos últimos 24 anos nos estados pertencentes à região sudeste, com exceção da produção de maçãs em Minas Gerais, que registrou 361% de aumento na área plantada, e 2.359 % na produção. Isto devido principalmente, ao desenvolvimento de novas cultivares menos exigentes em unidades de frio (HAUAGGE; TSUNETTA, 1999).

O mais marcante é no caso do cultivo de marmelos, onde, apesar do estado de Minas Gerais ainda ser o maior produtor de marmelos do país, apresenta sérias limitações no cultivo, destacando-se problemas fitossanitários e a perda de competitividade da cultura frente a outras frutíferas, como o pêssego e a goiaba, que além de servirem para industrialização podem ser consumidos *in natura*, diferentemente do marmelo, sua área cultivada chegou a mais de 1.500

ha na década de 90, mas atualmente, nota-se que as áreas cultivadas foram reduzidas drasticamente.

No entanto, pode-se dizer que o cultivo do marmeleiro se encontra hoje, em fase de transição, existindo uma forte tendência em sair do ponto de estagnação, com a implantação de novos e mais produtivos marmeleirais, com ampliação de cultivos e recuperação de pomares existentes, principalmente para produção de doces artesanais (ABRAHÃO et al., 1996; PIO et al., 2005a).

Embora a produção de peras tenha se mantido estável nesse período, a área plantada com pereiras teve grande redução, principalmente nos estados da região sudeste. Minas Gerais, que possuía uma área de 512 ha em 1990, hoje tem apenas 63 ha cultivados.

Tabela 1 Comparação da produção e área plantada com pomáceas, entre os anos de 1990 e 2014, no Brasil e nos principais estados que as exploram comercialmente.

Brasil / Estados	Fruteira	Área (ha)		Produção (ton)	
		1990	2014	1990	2014
<b>Brasil</b>	Maçã	22.337	37.041	442.965	1.378.617
	Marmelo	1.888	111	13.427	570
	Pera	2.190	1.472	18.298	19.089
<b>Bahia</b>	Maçã	-	43	-	870
	Marmelo	20	3	189	15
	Pera	-	-	-	-
<b>Minas Gerais</b>	Maçã	54	195	173	4.082
	Marmelo	1.536	90	9.835	432
	Pera	512	63	4.505	491

Conclusão, Tabela 1

Brasil / Estados	Fruteira	Área (ha)		Produção (ton)	
		1990	2014	1990	2014
São Paulo	Maçã	996	151	8.519	2.961
	Marmelo	1	-	6	-
	Pera	303	26	2.212	346
Rio de Janeiro	Maçã	-	-	-	-
	Marmelo	-	-	-	-
	Pera	10	-	147	-
Paraná	Maçã	2.348	1.484	27.065	47.203
	Marmelo	3	-	35	-
	Pera	157	145	2.251	1.899
Santa Catarina	Maçã	11.488	17.735	247.639	633.079
	Marmelo	-	-	-	-
	Pera	15	419	304	5.427
Rio Grande do Sul	Maçã	7.449	17.433	159.548	690.422
	Marmelo	284	18	3.020	123
	Pera	1.177	819	8.757	10.926
Goiás	Maçã	-	-	-	-
	Marmelo	40	-	267	-
	Pera	-	-	-	-

Fonte IBGE (2016)

## 2.1 Pereiras

A produção de peras no mundo é baseada fundamentalmente em duas espécies: *Pyrus communis* (europeia) e *Pyrus pyrifolia* (asiática), além dos híbridos entre estas duas espécies, sendo atualmente as cultivares híbridas as mais plantadas no Brasil. Possui copa vertical, as folhas são caducifólias de cor verde vivo, coriáceas, glabras, de bordo fracamente serrilhado aparecendo na

primavera, as flores são brancas, solitárias ou em fascículos, os carpelos no pseudofruto maduro são rodeados por uma camada de células pétreas.

A pera europeia é considerada uma das frutas de maior qualidade organoléptica, devido à combinação da textura cremosa e sucosa em seus frutos, além de delicadeza do seu sabor e aroma, enquanto que as peras orientais são caracterizadas por textura e sabor peculiar, e as híbridas possuem características intermediárias entre as duas (NAKASU, 2003).

A China é o maior produtor de peras, sendo responsável por 67,26 % da produção mundial, a Itália, segundo maior produtor, é responsável por apenas 3,25 % da produção em 2010, seguida pelos EUA com produção similar. O Brasil aparece em 45º lugar com apenas 0,072 % da produção mundial, (MELLO, 2013).

O Brasil tem uma produção de peras próxima de 20 mil ton/ano, concentrada basicamente nos estados da região sul, e consome quase dez vezes mais (IBGE, 2016). Esse fato faz com que o Brasil dependa da importação de peras para atender ao seu mercado, no ano de 2010, a pera liderou as importações brasileiras de frutas frescas, com um volume de 189.840.518 ton, gerando uma despesa de US\$ 161.974.250,00 (IBRAF, 2013).

O cultivo de peras em regiões subtropicais com inverno ameno é possível devido a obtenção dos cultivares híbridos, conhecidas como peras rústicas, obtidas pela hibridação entre peras tipo europeias (alta exigência ao frio hibernal e excelente qualidade dos frutos) com peras tipo orientais (baixa exigência ao frio hibernal e qualidade inferior dos frutos) desenvolvidos pelo Instituto Agrônômico (IAC) (BARBOSA et al., 2007).

## 2.2 Marmeleiros

Os marmeleiros são originários do oeste asiático, mais precisamente, Cydon, na ilha de Creta, Grécia, onde ainda é constatado em estado selvagem, pertencente ao gênero *Cydonia*. 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). Os marmelos do gênero *Chaenomeles* são facilmente distinguíveis dos marmelos do gênero *Cydonia* por apresentarem folhas serradas (PIO et al., 2005a).

A produção mundial de marmelos é de aproximadamente 380 mil toneladas ao ano, em área de 57 mil hectares. A Turquia é o maior país produtor da fruta, com 28,0%, e em seguida aparece a China, com 23,0% da área cultivada (FAO, 2014).

Os marmelos foram introduzidos no Brasil em 1532, por Martim Afonso de Souza. Tamanha foi a importância alcançada pela cultura, que a marmelada se tornou o principal e o primeiro produto de exportação paulista na época colonial, antecessora ao café, onde os doces eram comercializados em caixas e caixetas, e mais recentemente na década de 30, responsável pelo desenvolvimento de municípios do sul de Minas, principalmente os municípios de Delfim Moreira, Cristina, Maria da Fé, Virgínia e Marmelópolis, destacando-se por ser a principal região produtora do país e possuir dezenas de indústrias processadoras de marmelos (PIO et al., 2005b). O fruto do marmeleiro não é muito apreciado para consumo ao natural devido à dureza da polpa, amargor e adstringência, porém, é muito apreciado no uso culinário para fabricação de marmeladas, compotas, geleias e bolos (ALVARENGA et al., 2008).

Em regiões mais frias, o fruto é de coloração dourada quando maduro e possui uma fragrância forte, a casca é áspera e contém penugem abundante, que se solta da casca quando o fruto chega próximo ao ponto da maturação

fisiológica. Em regiões mais quentes, a penugem desaparece da casca. A planta requer temperaturas baixas durante o inverno para produção razoável de frutos, existindo cultivares que apresentam baixa exigência de frio para florescer.

Assim, existem cultivares que necessitam de aproximadamente 100 horas de frio, como outras mais exigentes, necessitando de até 450 horas de frio (PIO et al., 2005a).

Embora o estado de Minas Gerais ainda seja o maior produtor de marmelos do País, apresenta sérias limitações no cultivo, destacando-se a falta de incentivos pelo governo e problemas fitossanitários. Pode-se dizer que a cultura do marmeleiro se encontra, hoje, em fase de transição, existindo uma forte tendência em sair do ponto de estagnação, com a implantação de novos e mais produtivos marmeleirais, com ampliação de cultivos e recuperação de pomares existentes (DALL'ORTO et al., 1985; ABRAHÃO et al., 1996; PIO et al., 2005a).

A diminuição da oferta dessa matéria-prima, e sua conseqüente valorização, vêm sendo sentidas pelas fábricas de doces, que as têm importado sob a forma de polpa, principalmente da Argentina, ou as têm substituído pela mistura de outras frutas. Assim, atualmente, os frutos podem ser comercializados a preços atraentes devido à baixa oferta no mercado nacional. No sul de Minas, também se observa uma tendência de ampliação de cultivos e recuperação de pomares existentes (ABRAHÃO et al., 1996; PIO et al., 2005b).

Vale ressaltar, que os marmelos são uma excelente alternativa para a diversificação das propriedades frutícolas, por se tratar de uma fruteira que possui produção tardia em relação às demais frutas utilizadas na fabricação de doces, como o figo e o pêssego.

Segundo Pio et al. (2008a), apesar de existir várias cultivares de marmeleiro nas unidades estaduais de pesquisa, a única cultivar comercial utilizada pelos marmelocultores é a 'Portugal', possivelmente, por existir

carência na difusão de tecnologia por parte dos técnicos, e desinteresse por parte dos pesquisadores em executar profundas investigações com essa fruteira.

Bettiol Neto et al. (2011), estudaram o comportamento de 13 cultivares de marmeleiros propagados por estacas em Jundiaí-SP, e verificaram que dessas, cinco cultivares possuem produtividade próxima a 10 ton/ha. Como os autores avaliaram apenas dois ciclos produtivos, pode haver aumento da produção em plantas mais adultas. Além do mais, a utilização de mudas enxertadas, que segundo Pio et al. (2008a) dão maior vigor às plantas, talvez possa aumentar ainda mais o incremento produtivo das cultivares.

### **2.3 Macieiras**

As macieiras são originárias do hemisfério norte região do Cáucaso, cadeia de montanhas da Ásia e leste da China. Pertencem ao gênero *Malus*. As árvores são de copa arredondada, as folhas são verde escuro, caduca e denteadas, aparecem na primavera com as flores, as flores são branco-rosadas, reunidas em umbelas simples. Além do fruto, fornece óleo, essências aromáticas e medicinais, bebidas (cidras e conhaques), vinagres, concentrados, xaropes, doces, pó de maçã e passas (ZECCA, 2008).

Assim como ocorre no cultivo da pereira, a produção mundial de maçã é dominada pela China, com quase 30 milhões de toneladas, o que corresponde a 42,8 % da produção mundial, em segundo lugar aparece os EUA responsáveis por 6,2 % do volume produzido de maçã (FAO, 2014). O Brasil é o atual nono maior produtor, com 2% da produção mundial, mas nem sempre isso ocorreu, seu cultivo apresentou grande desenvolvimento a partir da década de 70, quando o cultivo de macieiras era inexpressivo, com uma área plantada de 2.770 ha principalmente nos estados do sul do país (IBGE, 2016).

Houve contribuição marcante para o avanço da pomicultura nos estados da região sudeste, em 1999, com o lançamento da cultivar IAPAR-75 ‘Eva’, macieira precoce com baixa necessidade de frio hibernal, adaptada para regiões de inverno ameno (HAUAGGE; TSUNETTA, 1999). A cultivar ‘Eva’ propiciou avanço no cultivo de maçãs em áreas onde jamais era esperado o seu cultivo, como no Estado da Bahia, especificamente na chapada Diamantina, que apresenta na atualidade, 43 ha em cultivo, com produtividade superior a 15 ton/ha.

O estado de Minas Gerais, atualmente, detém uma área de 195 ha cultivados com essa fruteira. A região pioneira no cultivo de maçãs em Minas Gerais é a região dos Campos das Vertentes, com uma área de maçãs localizada próximo ao município de Barbacena e da Serra do Ibitipoca. Os testes com as macieiras ‘Eva’ e ‘Princesa’ (polinizadora) começaram em 2002, com a primeira safra colhida em 2004. Com uma produtividade superior a 20 toneladas por hectare, é de se esperar um considerável aumento da área plantada com maçãs em Minas Gerais, para os próximos anos. Em Minas Gerais ocorrem ainda outras regiões com aptidão ao cultivo da macieira, como é o caso da região do sul de Minas, que é composta por aproximadamente 156 municípios, onde atualmente encontram-se cultivados apenas 28 ha com macieiras (IBGE, 2016).

## **2.4 Enxertia**

Grande parte das fruteiras exploradas comercialmente apresentam sementes viáveis, porém, a propagação pela reprodução sexuada não se adequa às características dos plantios comerciais, devido a alta desuniformidade das plantas formadas e ao grande período de juvenilidade. Assim, a propagação vegetativa torna-se a técnica mais viável para o processo de formação de mudas.

Dentre as vantagens da propagação vegetativa, lista-se a manutenção das características genéticas das plantas matrizes, uniformidade, porte reduzido e precocidade de produção. As técnicas de propagação vegetativa mais utilizadas são a estaquia, a alporquia e a enxertia (HARTMANN et al., 2010).

A enxertia é uma forma de propagação assexuada dos vegetais superiores, na qual coloca-se em contato, duas porções de tecido vegetal, de tal forma que se unam e, posteriormente se desenvolvam, originando uma nova planta (FACHINELLO; HOFFMAN; NACHTIGAL, 2005).

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

Tem sido muito utilizada no cenário atual na produção de mudas. Além das características destacadas, este método de propagação garante a formação de populações de plantas homogêneas, manutenção das qualidades de clones selecionados, eliminação do período de juvenilidade, e associar às características reprodutivas da cultivar copa e rusticidade do porta-enxerto (FACHINELLO; HOFFMAN; NACHTIGAL, 2005; HARTMANN, 2010).

As partes vegetativas envolvidas no processo de enxertia são o porta-enxerto, também chamado de ‘cavalo’ e o enxerto também chamado de ‘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, Dentre outras características, enquanto que o enxerto representado por um fragmento da cultivar copa, contendo uma ou mais gemas, será responsável pelo desenvolvimento de toda a parte aérea, todas as características vegetativas e reprodutivas da nova planta serão advindas do enxerto, porém, são influenciadas pelo porta-enxerto (SIMÃO, 1998).

Atualmente, a busca por maiores produtividades dos pomares, leva os novos plantios a serem cada vez mais adensados, e isso requer uma redução no porte das plantas, característica conseguida facilmente com o uso de porta-enxertos ananizantes. Essas características estão intimamente relacionadas com a facilidade de manejo na área de produção, principalmente nos tratamentos culturais, como poda, colheita e tratamentos fitossanitários (HARTMANN, 2010).

Para Fachinello, Hoffman e Nachtigal (2005), a união entre enxerto e porta-enxerto está dividida em quatro passos: primeiramente, quando se coloca em contato os tecidos cambiais do enxerto com o porta-enxerto, ambos com grande capacidade meristemática, ocorre multiplicação desordenada de células, irregularmente diferenciadas e agrupadas num tecido denominado calo, em seguida ocorre um entrelaçamento das mesmas, formando um calo comum em ambas as partes, posteriormente, há diferenciação das células em novas células cambiais, promovendo uma união entre o câmbio do enxerto e do porta-enxerto, e por último, o novo câmbio produz novos tecidos vasculares que permite o fluxo normal de água e nutrientes.

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 à afinidade anatômica entre os tecidos utilizados, consistindo em uma conexão contínua dos tecidos cambiais de enxerto e porta-enxerto (SIMÃO, 1998).

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, fruteiras 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., 2010). Além disso, a realização da enxertia na época de dormência da planta possibilita que os garfos e as borbulhas sejam coletadas durante a poda de inverno.

## **2.5 Porta-enxertos**

No processo de formação de uma muda frutífera, o porta-enxerto é de fundamental importância, interferindo em característica essencial para um pleno desenvolvimento da futura planta, principalmente no desenvolvimento e vigor da copa e na adaptação às condições edafoclimáticas desfavoráveis (HARTMANN et al., 2010).

Segundo Strydom (1998), um bom porta-enxerto deve apresentar as seguintes características: compatibilidade com o cultivar comercial, facilidade de propagação, controle do vigor da planta, produção de frutos uniformes, e ser adaptável às diferentes condições edafoclimáticas. 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 (BALBI, 2015).

A tendência mundial de elevação dos custos com mão de obra e insumos agrícolas na fruticultura está conduzindo a sistemas de cultivo que conjuguem o mínimo de mão de obra, alta eficiência produtiva e qualidade dos frutos, visando o aumento da produtividade (MAYER; PEREIRA, 2006). Para viabilizar

tecnicamente o adensamento dos pomares, uma das alternativas é o uso de porta-enxertos menos vigorosos, e que conferem essa característica às suas copas.

Nos plantios de pereira europeus, o marmeleiro do gênero *Cydonia* vem sendo utilizado como porta-enxerto, com o intuito de se obter plantas de pequeno porte e rápida frutificação (NOGUEIRA, 1985). Além de proporcionar uniformidade aos pomares o uso do marmeleiro como porta-enxerto tem por objetivo precocidade na frutificação, produtividade e, principalmente, controle do vigor da planta, devido a sua característica ananizante (SIMONETTO; GRELLMANN, 1988).

### **2.5.1 *Pyrus calleryana***

O gênero *Pyrus* abrange mais de vinte espécies, todos nativos da Europa e Ásia. *Pyrus calleryana* é natural do leste da China e Vietnã, constituindo-se um dos porta-enxerto mais adaptados ao clima subtropical e tropical. É bastante vigoroso e apresenta boa resistência a nematoides e ao pulgão lanígero com destaque para o cultivar Taiwan Nashi-C e os clones D-6 e D-12 (BETTIOL NETO; PIO, 2014).

Suas sementes possuem germinação acima de 90%, em cerca de trinta dias, quando as sementes passam por estratificação, sob frio-úmido a 5°C (SHEN, LIN; CHEN, 1994).

O interesse no uso desse porta-enxerto oriental é devido a, além da sua rusticidade, relacionados com a sua alta adaptabilidade ao clima subtropical fundamental para o cultivo de frutas de clima temperado em áreas subtropicais, possuir tolerância a altas temperaturas, umidade dos solos mal drenados, e resistência ao ‘*fire blight*’ (*Erwinia amylovora*) e ao declínio (MASSERON, 1989). Além disso, as mudas apresentam rápido crescimento na fase de viveiro,

e refletem esse vigor às cultivares de pereira enxertadas sobre eles (PIO et al., 2009).

Porém, para algumas cultivares de pereira, propicia copas extremamente vigorosas, o que vem a dificultar a condução das plantas nos plantios modernos, que são mais adensados, e conseqüentemente, seu manejo cultural (MURATA et al., 2002).

Bettiol Neto et al. (2014), avaliou por três ciclos vegetativos, cinco cultivares de pereira enxertadas sobre *Pyrus calleryana*, nas condições subtropicais do município de Jundiaí-SP, e verificou que houve redução do período de início do florescimento, até a colheita, antecipando a colheita em até dois meses em relação a safra do Sul do país.

Pensando-se no aumento do vigor aos cultivares copa, seria uma boa opção sua utilização para cultivares de marmeleiro *Cydonia oblonga*, que apresentam baixo vigor e desenvolvimento inicial lento. Pio et al. (2009) e Entelmann et al. (2010a), testaram este porta-enxerto para algumas cultivares de marmeleiros, encontrando resultados promissores na fase de viveiro. Porém, não chegaram a resultados conclusivos, indicando a necessidade de novos estudos.

### **2.5.2 *Chaenomeles sinensis***

O marmeleiro do gênero *Chaenomeles* é originário do Japão, pertence à família *Rosaceae*, subfamília *Pomoideae*, é facilmente distinguível dos marmeleiros do gênero *Cydonia* por as folhas apresentarem bordos serrados. Se destaca por possuir produção tardia e produzir excelente marmelada, principalmente quando misturada sua polpa com a de outro marmeleiro (PIO et al., 2005b; ALVARENGA et al., 2008).

Há mais de duas décadas, a Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), o Instituto Agrônômico (IAC) e, mais recentemente, a

Universidade Federal de Lavras (UFLA), vêm estudando o marmeleiro ‘Japonês’, para uso como porta-enxerto, devido sua alta rusticidade, principalmente em relação à resistência à ‘Entomosporiose’ *Entomosporium maculatum*, e possuir elevado número de sementes por frutos (acima de 180), alta germinação e emergência (acima de 90% e 70%, respectivamente), e boa afinidade na relação enxerto/porta-enxerto (ABRAHÃO et al., 1995; PIO et al., 2005b; ENTELMANN et al., 2006). Além de possuir potencial para servir como porta-enxerto para os demais marmeleiros explorados comercialmente (todos da espécie *Cydonia oblonga* Mill.), pode ser uma opção para pereiras e nespereiras (CAMPO DALL’ ORTO et al., 1990; ABRAHÃO et al., 1991). Segundo, Alvarenga et al. (2007), a utilização do marmeleiro ‘Japonês’ como porta-enxerto para as cultivares de marmeleiro pode reverter a situação atual que essa fruteira se encontra no Brasil, pois essa espécie é tolerante às temperaturas mais elevadas na camada superficial do solo, comumente ocorrente nas regiões subtropicais, ao contrário das cultivares do gênero *Cydonia*.

Pio et al. (2008b) testaram o marmeleiro ‘Japonês’ como porta-enxerto para pereiras, mas estudos preliminares revelaram incompatibilidade na enxertia de cultivares de peras sobre este, ainda na fase de viveiro, com baixo desenvolvimento das mudas, indicando a necessidade de novos experimentos para avaliar o que estaria causando esta incompatibilidade.

Devido a falta de opções de porta-enxerto para o cultivo da macieira no Brasil, Entelmann et al. (2010b) realizaram um experimento também utilizando o porta-enxerto ‘Japonês’ para algumas cultivares de macieira, dentre elas a cultivar ‘Eva’, e observaram que, embora algumas plantas tenham se desenvolvido na fase de viveiro, o crescimento não foi satisfatório.

Sendo assim, pouco se conhece ainda sobre os ganhos produtivos com a utilização desse porta-enxerto para essas fruteiras, havendo a necessidades de

novos estudos para possibilitar o uso desta espécie como porta-enxerto para estas e outras pomáceas.

## **2.6 Inter-enxertia**

A inter-enxertia 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 terceira planta entre o enxerto e o porta-enxerto, que seja compatível com ambas. Assim, uma planta inter-enxertada apresenta três partes geneticamente diferentes (porta-enxerto, inter-enxerto e enxerto) e dois locais de enxertia (FACHINELLO et al., 2005). Pode ser uma opção viável, porém, aumenta o tempo de formação e também o custo de produção dessa muda, devido a necessidade de duas enxertias, e envolver três espécies.

## **2.7 Compatibilidade e incompatibilidade na enxertia**

Apesar da propagação por enxertia ser muito comum e existirem tantos benefícios proporcionados pela utilização de porta-enxertos na produção de mudas fruteiras, 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, a incompatibilidade entre porta-enxerto e enxerto pode ocorrer de diferentes formas. Duas plantas são incompatíveis quando por motivos intrínsecos a elas, não são capazes de formar uma união perfeita, impossibilitando o desenvolvimento normal da nova planta (FACHINELLO; HOFFMAN; NACHTIGAL, 2005).

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 enxerto e porta-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. A formação completa do xilema e floema permite a conexão vascular entre porta-enxerto e enxerto (HARTMANN et al, 2010).

A incompatibilidade é definida como sendo a incapacidade da perfeita união entre enxerto e porta-enxerto, 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 a quebra da planta ao longo dos anos, pelo fato do porta-enxerto não ser capaz de sustentar a copa.

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 confiável para a determinação da compatibilidade no processo de enxertia (PINA et al., 2005). Para Moore (1986), a formação dos mesmos é proveniente apenas de uma reorganização citoplasmática disposta no material. E a regeneração e junção dos vasos condutores de forma adequada são consideradas como essencial para que haja compatibilidade entre diferentes materiais nessa técnica de propagação (HARTMANN et al., 2010; PINA et al., 2012).

A compatibilidade no processo de enxertia também está relacionada ao metabolismo da planta. Estudos já foram realizados no intuito de se obter marcadores fisiológicos, químicos e anatômicos para que seja possível detectar sintomas de incompatibilidade precocemente, de modo a ganhar tempo, visto que muitos dos sinais externos podem demorar anos para serem expressos na planta. 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 ligados na compatibilidade entre os materiais envolvidos, fazendo com que a incompatibilidade esteja relacionada com a influência de inúmeros fatores (PINA et al., 2012).

Scatena e Scremi-Dias (2006) comentam que o parênquima é um tecido constituído de células vivas, potencialmente meristemáticas, que conserva sua capacidade de divisão, mesmo após as células estarem completamente diferenciadas, sendo de grande importância no processo de cicatrização ou regeneração de lesões, como na união de enxertos ou outras lesões mecânicas.

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 para que estes sintomas de incompatibilidade possam ser detectados o quanto antes, para que se ganhe tempo. Estes sintomas 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).

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 do calo ou alguma outra etapa que consolida a enxertia será comprometida (SANTAMOUR, 1988).

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 marmeleiros (*Cydonia oblonga*), e sugeriram que uma isoenzima específica pode estar associado à compatibilidade de *Pyrus communis/Cydonia oblonga*. Uma banda observada em combinações compatíveis não foi observada em combinações incompatíveis, com base no papel de peroxidase estabelecida na biossíntese de lignina da parede celular. Santamour (1988) sugeriu que as diferenças em composição de isoperoxidase entre enxerto e porta-enxerto podem resultar em lignificação anormal e falta de conexões vasculares na união do enxerto, o que resulta numa combinação incompatível.

Segundo Pina e Errea (2005), apesar da 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 na brotação, após o contato entre os calos formados, camadas da parede celular são dissolvidas, resultando em 'buraco', 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).

Resultados encontrados por, Moore (1986), em estudo *in vitro* de pera enxertada em marmeleiro *Cydonia sp*, mostraram que a necrose celular na região da enxertia pode ocorrer em qualquer fase do desenvolvimento do enxerto, em particular durante a proliferação do calo. No entanto, resultados encontrados por Errea et al. (1994) e Ermell et al. (1997) não corroboram com Moore (1986), pelo contrário, eles mostram que os típicos sintomas de necrose observados em enxertos adultos, ocorreram depois da formação do calo, esta diferença entre experimentos *in vitro* e estudos *in vivo* pode ser explicada pela alta variação que ocorre na resposta. De acordo com as condições ambientais do experimento, estes autores sugerem que a formação do novo câmbio pode ocorrer tanto em combinações compatíveis como nas incompatíveis, e que a necrose dos tecidos pode ocorrer posteriormente, com a não formação dos tecidos vasculares.

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. Estudos recentes vêm demonstrando sinais de incompatibilidade no início do desenvolvimento e também de tecidos lenhosos os quais foram enxertados, apresentando a 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.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

As experimentações foram realizadas no Setor de Fruticultura pertencente ao Departamento de Agricultura, da Universidade Federal de Lavras (UFLA), na cidade de Lavras-MG.

As sementes dos porta-enxertos *Pyrus calleryana* e *Chaenomeles sinensis* foram extraídas de frutos maduros, coletados no mês de abril de 2013, nas coleções 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. Após sua extração, as sementes foram lavadas em água corrente, secas a sombra por 48 horas, e estratificadas a frio-úmido. Para o processo de estratificação, as sementes foram depositadas entre camadas de algodão umedecido e alojadas dentro, em placas de Petri, que foram colocadas dentro de um saco plástico transparente, e assim deixadas dentro de uma geladeira, a temperatura de 4°C por um período de 30 dias. Passado esse período, as sementes foram semeadas em bandejas de polipropileno expandido, contendo 72 células com capacidade de 120 cm<sup>3</sup> cada, preenchidas com o substrato vermiculita expandida de grânulos médios, conforme tecnologia recomendada por Pio et al. (2005a).

Após 60 dias, as plântulas foram transferidas para sacolas plásticas com capacidade de 2 L de substrato, constituído por terra de barranco, areia e compostagem orgânica, em proporções iguais, e adicionado adubo N-P-K na proporção de 200 gr/m<sup>3</sup>. As mudas foram conduzidas com haste única em viveiro telado com 50 % de sombreamento. Foram enxertadas pelo método de garfagem de fenda cheia, no mês de junho de 2014, quando apresentavam diâmetro médio de 7 mm a 15 cm de altura. Os garfos para enxertia foram coletados das coleções de marmeleiro, macieira e pereira, situadas no Setor de Fruticultura da UFLA. Os garfos foram padronizados com aproximadamente 10

cm de comprimento e 7 mm de diâmetro. A partir de então, foram realizadas três experimentações:

No primeiro experimento, foram enxertadas nos porta-enxertos *Pyrus calleryana* e *Chaenomeles sinensis*, as cultivares de pereira ‘Centenária’, ‘D’agua’, ‘Cascatense’, ‘Red Barlet’, ‘Packham’s Triumph’, ‘Willians’, ‘Triunfo’, ‘Seleta’, ‘Tenra’, ‘Primorosa’ e ‘Le Conte’. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 11, sendo o primeiro fator os dois porta-enxertos e o segundo as cultivares de pereira, com cinco repetições e 10 enxertos por parcela.

No segundo experimento, foram enxertadas nos porta-enxertos *Pyrus calleryana* e *Chaenomeles sinensis* as cultivares de marmeleiro ‘Portugal’ e ‘Mendonça Inta-37’. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 2, sendo o primeiro fator os dois porta-enxertos e o segundo as cultivares de marmeleiro, com cinco repetições e 10 enxertos por parcela.

No terceiro experimento, foram enxertadas nos porta-enxertos *Pyrus calleryana* e *Chaenomeles sinensis* as cultivares de macieira ‘Eva’, ‘Princesa’ e ‘Julieta’. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 3, sendo o primeiro fator os dois porta-enxertos e o segundo as cultivares de macieira, com cinco repetições e 10 enxertos por parcela.

Modelo estatístico:  $y_{ijk} = \mu + p_i + c_j + pc_{ij} + e_{ijk}$

em que  $y_{ijk}$  é a observação referente a média do tratamento no porta-enxerto  $i$  na copa  $j$  da repetição  $k$ ;  $\mu$  é a média geral do experimento;  $p_i$  é o efeito fixo do porta-enxerto  $i$ ;  $c_j$  é o efeito fixo da copa  $j$ ;  $pc_{ij}$  é o efeito da interação entre o porta-enxerto  $i$  e a copa  $j$ ; e  $e_{ijk}$  é o erro experimental associado à observação  $y_{ijk}$ , com  $e_{ijk} \sim N(0, \sigma^2)$ .

Após a realização da enxertia os garfos foram amarrados com fitas plásticas e protegidos com um saco plástico com dimensões de 15 x 2 cm, com o intuito de se formar uma câmara úmida e se evitar a desidratação dos garfos. Passados 30 dias, os sacos plásticos foram removidos cuidadosamente e aos 60 dias após a realização da enxertia, removeu-se as fitas plásticas que estavam amarradas na região da enxertia. Durante toda a fase experimental as mudas foram umedecidas sistematicamente com auxílio de regadores manuais e pulverizadas conforme necessidade.

Em ambas as experimentações, foram avaliadas as porcentagens dos enxertos brotados aos 60 dias. Após essa avaliação, foi selecionada apenas uma única brotação por enxerto que foi conduzida na posição vertical. Aos 120 dias após a realização da enxertia, avaliou-se o comprimento desta brotação e o diâmetro na base da brotação do enxerto. Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias da primeira experimentação foram agrupadas pelo teste de Skott Knott, e da segunda e terceira experimentação ao teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. As análises foram realizadas pelo programa computacional Sistema para Análise de Variância – SISVAR (FERREIRA, 2011).

As análises e descrição anatômica foram realizadas no laboratório de Anatomia da Madeira do Departamento de Ciências Florestais, e no laboratório de Anatomia Vegetal, pertencente ao Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Para a análise anatômica de compatibilidade entre os tecidos no ponto de enxertia, aos 120 dias após a enxertia, foram coletadas porções caulinares de aproximadamente 2 cm de comprimento, exatamente na região da enxertia, de todas as combinações copa/porta-enxerto e fixados em F.A.A. 70 % - (formaldeído, ácido acético glacial p.a. e etanol 70%, na proporção de 0,5: 0,5:

9) pelo tempo de 48 h e posteriormente conservadas em etanol 70 % (KRAUS; ARDUIN, 1997).

Para o preparo das lâminas, após teste preliminares determinou-se a região do corte, conforme demonstrado na Figura 1. Foram realizados cortes nas seções transversais e longitudinais com espessura de 14 $\mu$ m, utilizando-se micrótomo de deslize Leica Jung SM 2000. As seções foram clarificadas em hipoclorito de sódio por 5 minutos, lavadas três vezes em água destilada por 30 segundos cada, coradas com Safrablau 1% por um minuto, sendo então, lavadas em água destilada por 30 segundos, desidratadas em álcool 20 % por um minuto e montadas em lâmina semipermanente com gelatina glicerinada, e vedadas com esmalte incolor. Para coleta das imagens, as fotomicrografias foram obtidas com auxílio de microscópio óptico Zeiss, com sistema de captura acoplado.

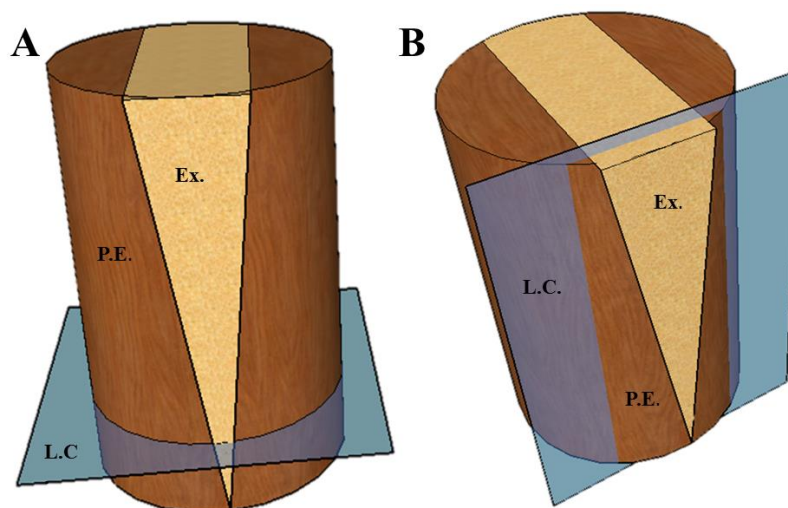


Figura 1 Esquema representativo. A = Região do enxerto onde se realizou os cortes transversais. B = Região do enxerto onde se realizou os cortes longitudinais. P.E. = Porta-enxerto. Ex = Enxerto. L.C. = Linha de corte.

Para caracterização dos elementos de vaso foi efetuado o desmembramento dos tecidos componentes do xilema secundário, através de

uma solução macerante de Peróxido de Hidrogênio e ácido acético 1N, na proporção de 1:1 (v/v), o material foi levado para a estufa a 65° por 24 hs, tempo suficiente para ocorrer a dissolução das células. As lâminas provisórias foram preparadas com glicerina e o material histológico corado com corante Safranina 1%, de acordo com o Método de Franklin (FRANKLIN, 1945).

A descrição parcial do xilema secundário das cultivares copas e dos porta enxerto se deu conforme a norma para ‘*hardwood*’ do Comitê (IAWA, 1989).

Dados quantitativos foram obtidos através do software Wincel® com o auxílio de microscópio acoplado ao computador. Posteriormente, os dados foram tabulados em software Excel®.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Pereiras sobre *Pyrus calleryana* e *Chaenomeles sinensis*

Na avaliação da porcentagem de brotação dos enxertos aos 60 dias após a enxertia, não houve diferença significativa entre as cultivares de pereira enxertadas sobre o porta-enxerto *Pyrus calleryana* (Tabela 2). Porém se destacaram as cultivares ‘Primorosa’, ‘Triunfo’, ‘Tenra’, ‘D’agua’ e ‘Le Conte’, que apresentaram 100 % de brotação da enxertia. Para as enxertias realizadas no porta-enxerto *Chaenomeles sinensis*, houve diferenças significativas, sendo que as cultivares ‘Centenária’, ‘Cascatense’, ‘Seleta’, ‘Primorosa’, ‘Triunfo’ e ‘Tenra’, foram superiores às demais (Tabela 2). A cultivar ‘Le Conte’ apresentou a menor porcentagem de brotação dos enxertos, com 27,5 % de brotação.

Para o diâmetro das brotações dos enxertos, as cultivares ‘Tenra’, ‘Willians’, ‘Cascatense’, ‘Primorosa’, ‘Seleta’, e ‘Packham’s Triumph’ não apresentaram diferença significativa em função do porta-enxerto utilizado, as cultivares ‘Centenária’ e ‘Red Barlet’ apresentaram maiores diâmetros quando enxertadas sobre o porta-enxerto *Chaenomeles sinensis*, enquanto que as cultivares ‘Triunfo’, ‘Le Conte’, e ‘D’agua’, os maiores diâmetros foram alcançados quando enxertadas sobre *Pyrus calleryana* (Tabela 2).

Embora algumas cultivares tenham apresentado maior diâmetro quando enxertadas sobre o *Chaenomeles sinensis*, essa variável tem pouca relevância, uma vez que na maioria destes casos a gema brotava mas não se desenvolvia em comprimento, formando uma pequena bolsa na brotação, região onde era mensurado o diâmetro.

Para o comprimento das brotações dos enxertos, as cultivares ‘D’agua’, ‘Seleta’ e ‘Willians’ não apresentaram diferenças significativas em função do

porta-enxerto utilizado (Tabela 2). As demais cultivares apresentaram desenvolvimento superior quando enxertadas sobre o *Pyrus calleryana*, com destaque para a cultivar 'Triunfo', que apresentou média de comprimento das brotações de 26,67 cm de comprimento.

Tabela 2 Médias de brotação dos enxertos aos 60 dias, diâmetro e comprimento aos 120 dias, após a enxertia das cultivares de pereira, nos porta-enxertos *Pyrus calleryana* e *Chaenomeles sinensis*.

Tratamento	Brotação (%)*		Diâmetro (mm)*		Comprimento (cm)*	
	<i>Pyrus calleryana</i>	<i>Chaenomeles sinensis</i>	<i>Pyrus calleryana</i>	<i>Chaenomeles sinensis</i>	<i>Pyrus calleryana</i>	<i>Chaenomeles sinensis</i>
Triunfo	100,0 a A	87,5 a A	5,2 a A	3,9 b B	26,6 a A	0,7 a B
Cascatense	91,8 a A	92,5 a A	4,5 a A	4,7 a A	17,1 b A	1,6 a B
Le Conte	100,0 a A	27,5 b B	4,7 a A	2,5 c B	16,7 b A	0,3 a B
Tenra	100,0 a A	87,5 a A	4,7 a A	5,0 a A	14,1 b A	1,3 a B
Primorosa	100,0 a A	90,0 a A	4,5 a A	4,8 a A	11,4 c A	1,8 a B
Packham's Triumph	91,8 a A	65,0 b B	3,9 b A	4,4 b A	9,1 c A	0,9 a B
Red Barlet	83,5 a A	77,5 b A	4,0 b B	4,7 a A	7,0 c A	0,7 a B
Centenária	91,8 a A	95,0 a A	4,3 b B	5,4 a A	6,7 c A	1,0 a B
D'agua	100,0 a A	80,0 b B	4,0 b A	3,0 c B	5,9 c A	0,9 a A
Seleta	91,8 a A	90,0 a A	4,3 b A	4,7 a A	5,6 c A	2,7 a A

Conclusão, Tabela 2

Tratamento	Brotação (%)*		Diâmetro (mm)*		Comprimento (cm)*	
	<i>Pyrus calleryana</i>	<i>Chaenomeles sinensis</i>	<i>Pyrus calleryana</i>	<i>Chaenomeles sinensis</i>	<i>Pyrus calleryana</i>	<i>Chaenomeles sinensis</i>
Willians	91,8 a A	77,5 b A	4,6 a A	5,1 a A	5,2 c A	1,7 a A
CV %	14,46		9,81		57,67	

\* Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha dentro de cada parâmetro, não diferem entre si pelo teste Skott Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Souza et al. (2011), trabalhando em condições de hidropônica com três cultivares de pereira enxertadas no mesmo porta-enxerto *Pyrus calleryana*, obtiveram a mesma porcentagem de brotação e comprimento similar ao obtido nesse trabalho. Barbosa et al. (1996), testando nove cultivares de pereira enxertadas em *Pyrus calleryana*, obtiveram o mesmo percentual de brotação do presente trabalho, no entanto, as mudas desenvolveram mais, tanto em diâmetro quanto em comprimento.

Pio et al. (2008b), trabalhando com dois métodos de enxertia e cinco cultivares de pereira enxertadas no porta-enxerto *Chaenomeles sinensis*, obtiveram porcentagem de brotação inferior a encontrada no presente trabalho, com média 60 %, diâmetro similar, e comprimento da brotação superior.

Seifert et al. (2009) encontraram medidas bem superiores trabalhando com o porta-enxerto *Chaenomeles sinensis*, para as cultivares Seleta 26,4 cm e Triunfo 19,4 cm, este fato se deve provavelmente ao fato de ter sido utilizados os inter-enxertos do gênero *Cydonia*. A utilização de inter-enxertos 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).

Pelos cortes transversais, observou-se que houve conexão dos elementos vasculares entre enxerto e o porta-enxerto *Pyrus calleryana* (Figuras 2A e 2B), o que não ocorreu quando as pereiras foram enxertadas no porta-enxerto *Chaenomeles sinensis* (Figuras 2C e 2D), onde houve formação de uma grande massa de calo (parênquima indiferenciado) sem conexão dos tecidos vasculares. É possível observar pelas Figuras 2C e 2D que essa massa de calos é originária exclusivamente da porção dos enxertos, não tendo nenhum material sido

desenvolvido a partir do porta-enxerto. Também é possível observar pelos cortes anatômicos quando as pereiras foram enxertadas no porta-enxerto *Chaenomeles sinensis*, que não houve desenvolvimento do diâmetro do porta-enxerto pela ausência dos anéis das camadas de crescimento. Porém, visualiza-se esses anéis na porção do enxerto e porta-enxerto quando as pereiras foram enxertadas no porta-enxerto *Pyrus calleryana* (Figuras 2A e 2B).

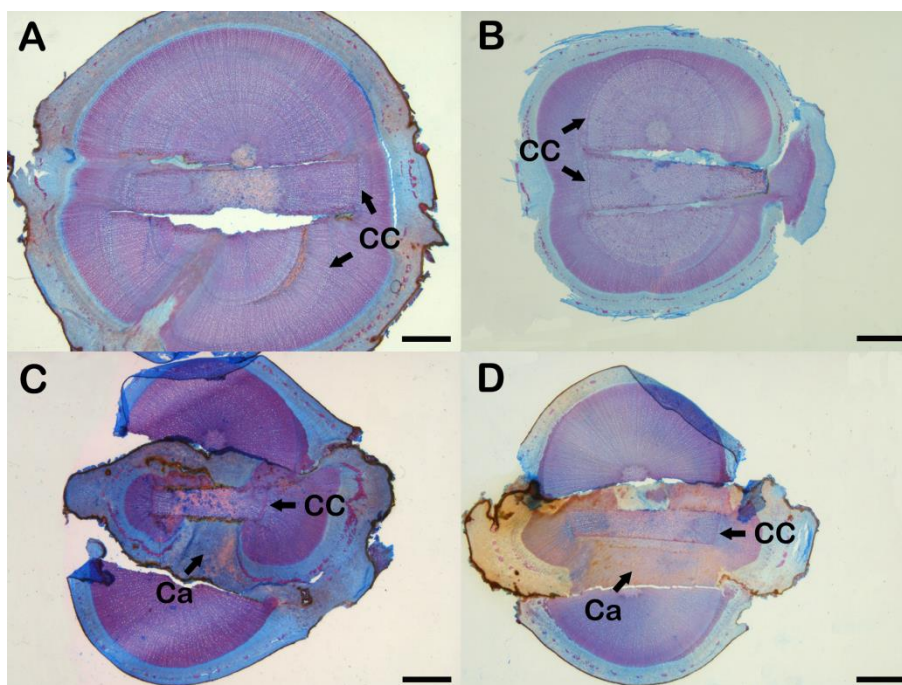


Figura 2 Seções transversais na região da enxertia, A = 'Triunfo'/*Pyrus*, B = 'Willians'/*Pyrus*, C = 'Triunfo'/*Chaenomeles*, D = 'Willians'/*Chaenomeles*. CC = Camada de Crescimento. Ca = Calo. Barra = 2 mm.

Os resultados obtidos mostram que a brotação do enxerto avaliada aos 60 dias após a realização da enxertia, não está relacionada com compatibilidade, pois cultivares que apresentaram altas taxas de brotação nem sempre se desenvolveram satisfatoriamente, como foi o caso das pereiras enxertadas sobre o porta-enxerto *Chaenomeles sinensis*. Provavelmente essa brotação ocorreu frente às reservas contidas no enxerto, como observado nas Figuras 2C e 2D, pois a formação do calo ocorreu unicamente por parte do enxerto. Concordando com Moore (1986), que 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 são consideradas essenciais para que haja compatibilidade entre diferentes materiais nessa técnica de propagação (HARTMANN et al., 2010; PINA et al., 2012).

Pelos cortes das seções longitudinais na região da enxertia entre as pereiras e o porta-enxerto *Pyrus calleryana* (Figuras 2A e 2B), observa-se que os tecidos vasculares foram ligados. Ao contrário disso, quando as pereiras foram enxertadas no porta-enxerto *Chaenomeles sinensis*, observa-se apenas a formação de uma grande massa de calo (parênquima indiferenciado) preenchendo o espaço vazio no ponto de união (Figuras 3C e 3D).

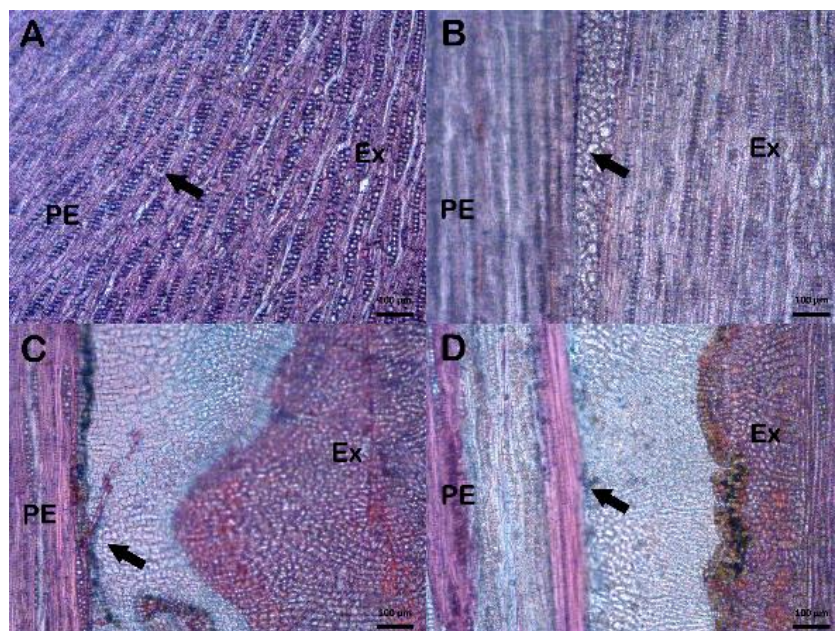


Figura 3 Seções longitudinais na região da enxertia, A = ‘Triunfo’/*Pyrus*, B = ‘Willians’/*Pyrus*, C = ‘Triunfo’/*Chaenomeles*, D = ‘Willians’/*Chaenomeles*. Pe = Porta-enxerto, Ex = Enxerto. As setas indicam a região de união entre enxerto e porta-enxerto. Barra = 100  $\mu$ m.

Também pode ser observado na Figura 3A, que a cultivar Triunfo enxertada no porta-enxerto *Pyrus calleryana* foi a que apresentou maior desenvolvimento em comprimento da brotação (Tabela 2), e também foi a que apresentou melhor união dos tecidos vasculares. Na Figura 3B, observa-se que na cultivar ‘Willians’, que foi a que apresentou o menor desenvolvimento do comprimento da brotação entre as que foram enxertadas sobre o *Pyrus calleryana* (Tabela 2), é possível observar apenas uma pequena conexão dos tecidos vasculares.

Para Ermel et al. (1999) e Hartmann et al. (2010), plantas com esse tipo de incompatibilidade apresentam desenvolvimento lento, proporcional ao grau de descontinuidade da união, devido à necrose do tecido cambial ou da ausência de diferenciação do tecido vascular na linha de união do enxerto. Os sintomas externos são pouco evidentes, podendo tardar vários anos para que sejam identificados (PINA; ERREA, 2008). E em estágios mais avançados, há esgotamento do sistema radicular devido à translocação deficiente de foto assimilados no ponto de união (ZARROUK et al., 2010).

Pina e Errea (2005), trabalhando com enxertia em espécies de *Prunus* não compatíveis, demonstram que em poucas semanas após a enxertia, já se pode observar a formação de conexões vasculares problemáticas, com descontinuidade vascular e degeneração do floema na área de união, indicando a ocorrência de plasmodesmas não funcionais. Fato que foi comprovado anos mais tarde quando Pina e Errea (2009) demonstraram que o acoplamento plasmodesmal insuficiente, numa fase inicial de desenvolvimento do enxerto, pode resultar em incompatibilidade de enxertia.

Recentemente, estudos de Pina et al. (2012), com diferentes combinações de *Prunus*, demonstraram que a proliferação e a aderência do calo ocorrem em ambas as combinações, compatíveis e incompatíveis, uma semana após a enxertia. Porém, a formação do novo câmbio, derivado do tecido de calo, parece ser atrasada em enxertos interespecíficos, quando comparado aos enxertos intraespecíficos. Reforçando a hipótese de que as células do calo estão desempenhando papel central na interação entre enxerto e porta-enxerto e que a rejeição final é predeterminada já nas etapas iniciais da formação do enxerto.

Gulen et al. (2002), avaliando a correlação do perfil isoenzimático da Peroxidase, entre pereiras enxertadas sobre marmeleiro do gênero *Cydonia*,

encontraram semelhança nas combinações compatíveis, o que não ocorreu nas combinações incompatíveis, sugerindo que isto causaria uma lignificação anormal no ponto da enxertia, sendo a provável causa da incompatibilidade de tais combinações. Segundo Santamour (1992), para se obter plantas sem problemas de compatibilidade e com um sistema vascular funcional na união do enxerto, é necessário que as atividades da enzima peroxidase sejam similares, tanto no enxerto como no porta-enxerto, para que ocorra a mesma reestruturação das células e produção de ligninas correlatas.

Para Nocito (2010) e Pereira (2015), existem outros compostos associados ao problema de incompatibilidade na enxertia, são os glicosídeos cianogênicos (amigdalina e prunasina), o acúmulo de cianeto liberado pela hidrólise destes compostos na união do enxerto pode causar necrose das células cambiais e descontinuidade vascular. O cianeto liberado na união do enxerto causa prejuízo a atividade cambial e necrose das células na interface do enxerto, afetando o sistema vascular e dificultando a translocação (GUR et al, 1968; MOORE, 1986; ANDREWS; SERRANO, 1993). Na combinação entre pessegueiro e amendoeira, a prunasina está presente tanto na cultivar quanto no porta-enxerto, mas em muito menor quantidade na amendoeira. Nesse caso, ocorre a translocação de prunasina da cultivar (pessegueiro) para o porta-enxerto (amendoeira), onde é hidrolisado e libera cianeto (MORAES et al., 2001).

#### **4.2 Marmeleiros sobre *Pyrus calleryana* e *Chaenomeles sinensis***

Na avaliação de brotação não houve diferença significativa entre as cultivares copas (Tabela 3). No entanto, quando analisado os porta-enxertos, a

cultivar Mendonça Inta-37 apresentou maior taxa de brotação sobre o porta-enxerto *Chaenomeles sinensis*, com média de 78,5 % de brotação.

Pio et al. (2009) testando as cultivares, ‘Provence’, ‘Mendoza Inta-37’, ‘Portugal’, ‘Smyrna’ e ‘Japonês’, enxertadas sobre os porta-enxertos *Pyrus calleryana*, *Pyrus betulifolia* e *Chaenomeles sinensis*, encontraram médias de 85%, 95 % e 92,1% respectivamente, valores superiores aos encontrados neste trabalho, mas similares aos encontrados por Celant et al. (2010) que testando borbulhas armazenadas a frio por diferentes períodos e comparando enxertia por borbulhia e garfagem, das cultivares ‘Portugal’, ‘Mendonça Inta 37’, ‘Japonês’, ‘Provence’ e ‘Smirna’ sobre o porta-enxerto *Chaenomeles sinensis*.

Tabela 3 Médias de brotação dos enxertos aos 60 dias, diâmetro e comprimento aos 120 dias, após a enxertia das cultivares de marmeleiro nos porta-enxertos *Pyrus calleryana* e *Chaenomeles sinensis*.

Tratamento	Brotação (%)*		Diâmetro (mm)*		Comprimento (cm)*	
	<i>Pyrus calleryana</i>	<i>Chaenomeles sinensis</i>	<i>Pyrus calleryana</i>	<i>Chaenomeles sinensis</i>	<i>Pyrus calleryana</i>	<i>Chaenomeles sinensis</i>
Portugal	60,5 a A	74,7 a A	3,9 a A	4,1 a A	26,2 a A	31,7 a A
Mendonça Inta-37	57,0 a B	78,5 a A	3,9 a A	4,3 a A	30,1 a A	36,1 a A
CV %	15,52		12,22		17,95	

\* As médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha dentro de cada parâmetro, não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Essa relação intergenérica é muito usada em pomares comerciais na Europa, no entanto, o marmeleiro do gênero *Cydonia* é usado como porta-enxerto e as pereiras como copa (PIO et al., 2008c). Loreti e Gil (1994) citam que os porta-enxertos do gênero *Pyrus* são usados com mais frequência em pomares de baixa densidade de pereiras e os porta-enxertos do marmeleiro em pomares de alta densidade, devido ao vigor que conferem às copas.

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).

Na Figura 4, observa-se pelos cortes das seções transversais na região da enxertia, que em todos os tratamentos houve conexão dos tecidos vasculares entre enxerto e porta-enxerto, porém, na Figura 4A, observa-se que a união dos tecidos vasculares ocorreu de apenas um lado do enxerto, possivelmente no momento da enxertia o encaixe não tenha sido perfeito nesta planta, não coincidindo exatamente a região cambial do enxerto com a do porta-enxerto.

Castro, Pereira e Paiva (2009), comentam que para o estabelecimento da enxertia, é necessário que haja perfeita junção entre enxerto e porta-enxerto na região cambial. Também observa-se pelos anéis da camada de crescimento, que houve desenvolvimento do diâmetro do porta-enxerto e do enxerto, fato que ocorre somente quando houve sucesso da enxertia. Sajo e Castro (2006) relatam que quando o câmbio entra em atividade, produz por divisões periclinais Xilema

secundário para o interior e Floema para a periferia, e que por divisões anticlinais, o câmbio acompanha o crescimento em espessura do caule.

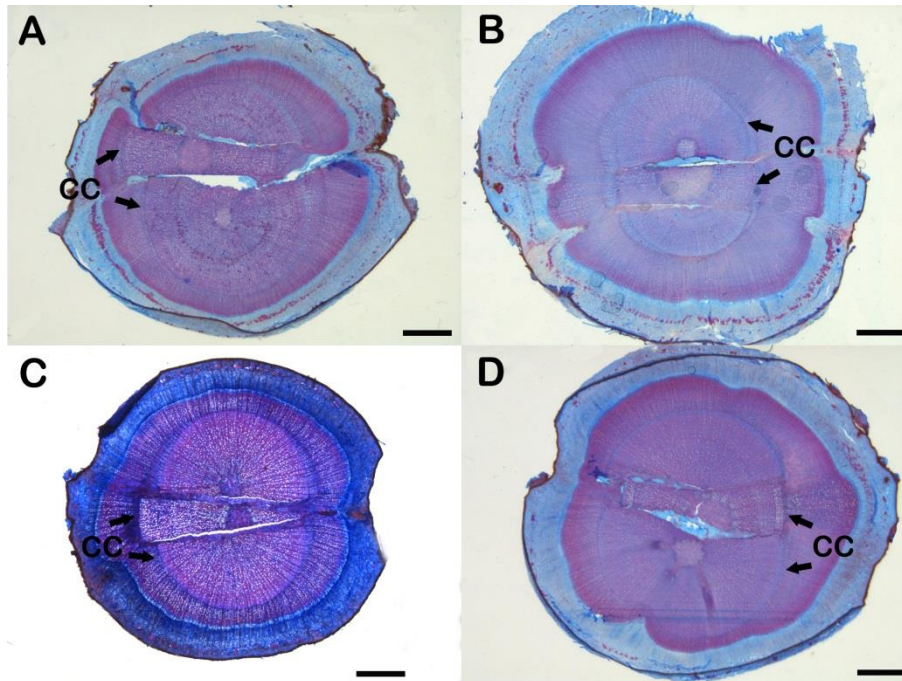


Figura 4 Seções transversais na região da enxertia, A = 'Portugal'/*Pyrus*, B = 'Mendoza Inta-37'/*Pyrus*, C = 'Portugal'/*Chaenomeles*, D = 'Mendoza Inta-37'/*Chaenomeles*. CC = Camada de Crescimento. Barra = 2 mm.

Na Figura 5, em cortes das seções longitudinais na região da enxertia, também se observa boa conexão dos tecidos vasculares em todos os tratamentos, além de uma grande quantidade de raios parenquimáticos nesta região. Scatena e Scremi-Dias (2006) comentam que o parênquima é um tecido constituído de células vivas, potencialmente meristemáticas, que conserva sua capacidade de divisão, mesmo após as células estarem completamente diferenciadas, sendo de

grande importância no processo de cicatrização ou regeneração de lesões, como na união de enxertos ou outras lesões mecânicas. Castro, Pereira e Paiva. (2009), indicam que a formação de células do câmbio no calo ocorre provavelmente a partir de células dos raios xilêmáticos, fato que não ocorre quando há incompatibilidade entre os materiais utilizados na enxertia.

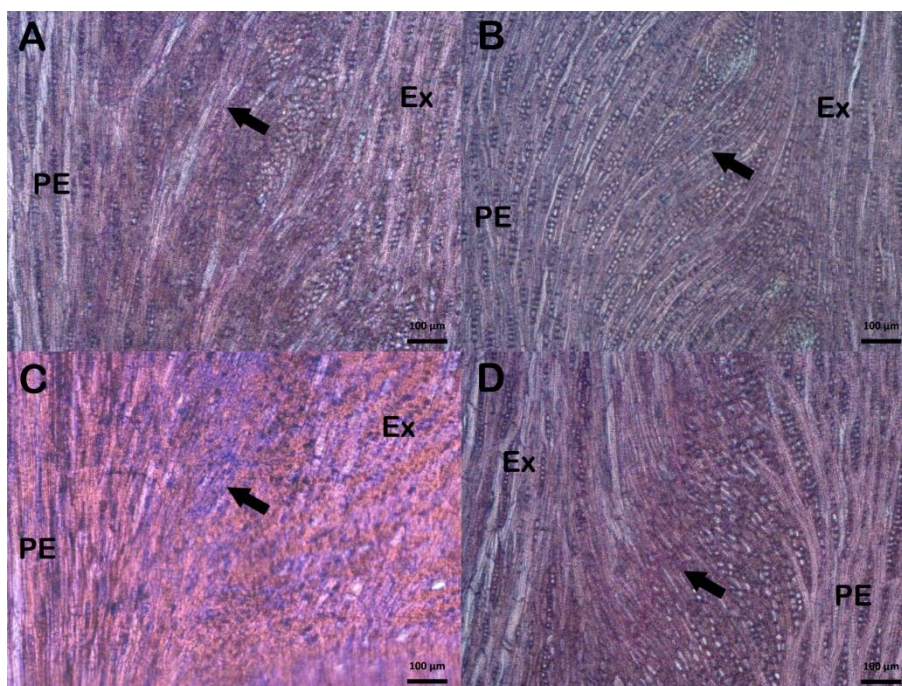


Figura 5 Seções longitudinais na região da enxertia, A = ‘Portugal’/*Pyrus*, B = ‘Mendoza Inta-37’/*Pyrus*, C = ‘Portugal’/*Chaenomeles*, D = ‘Mendoza Inta-37’/*Chaenomeles*. Pe = Porta-enxerto, Ex = Enxerto. As setas indicam a região de união entre enxerto e porta-enxerto. Barra = 100 µm.

#### 4.3 Macieiras sobre *Pyrus calleryana* e *Chaenomeles sinensis*

Na avaliação da porcentagem de brotação dos enxertos as cultivares ‘Eva’ e ‘Princesa’ foram superiores quando enxertadas sobre o porta-enxerto

*Pyrus calleryana* (Tabela 4), enquanto que para a cultivar Julieta, não houve diferença significativa em função do porta-enxerto utilizado, embora as médias tenham sido superiores quando enxertadas sobre *Pyrus calleryana*. Quando enxertadas sobre o *Chaenomeles sinensis*, as cultivares ‘Princesa’ e ‘Julieta’ foram superiores a ‘Eva’, e quando enxertadas sobre o *Pyrus calleryana*, a cultivar ‘Princesa’ foi superior às demais.

Na avaliação do diâmetro das brotações, todas cultivares avaliadas apresentaram maior média quando enxertadas sobre *Pyrus calleryana*, sendo que as cultivares ‘Princesa’ e ‘Julieta’ foram superiores a cultivar ‘Eva’, e quando enxertadas sobre o *Chaenomeles sinensis*, não houve diferença significativa estatisticamente.

Tabela 4 Médias de brotação dos enxertos aos 60 dias, diâmetro e comprimento aos 120 dias, após a enxertia das cultivares de macieiras nos porta-enxertos *Pyrus calleryana* e *Chaenomeles sinensis*.

Tratamento	Brotação (%)*		Diâmetro (mm)*		Comprimento (cm)*	
	<i>Pyrus calleryana</i>	<i>Chaenomeles sinensis</i>	<i>Pyrus calleryana</i>	<i>Chaenomeles sinensis</i>	<i>Pyrus calleryana</i>	<i>Chaenomeles sinensis</i>
Eva	67,7 b A	21,5 b B	2,8 b A	1,8 a B	8,3 a A	0,5 a B
Princesa	96,5 a A	50,0 a B	4,3 a A	2,1 a B	9,7 a A	0,3 a B
Julieta	75,0 b A	60,5 a A	3,6 a A	2,1 a B	6,0 b A	0,3 a B
CV %	18,12		14,92		42,16	

\* As médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha dentro de cada parâmetro, não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Na avaliação do comprimento, assim como no diâmetro, todas as cultivares foram superiores quando enxertadas sobre o porta-enxerto *Pyrus calleryana*, sendo que a cultivar ‘Julieta’ foi inferior as demais. Quando enxertadas sobre o *Chaenomeles sinensis*, as gemas brotaram, mas praticamente nem se desenvolveram em comprimento, ficando a brotação com menos de 1 cm. No geral, a cultivar ‘Princesa’ foi a que melhor, se desenvolveu atingindo 96,5 % de brotação, 4,3 mm de diâmetro, e 9,7 cm de comprimento, quando enxertada sobre *Pyrus calleryana*.

Entelmann et al. (2010b), testando cinco cultivares de macieira enxertadas no porta-enxerto *Chaenomeles sinensis*, obtiveram maior percentagem de brotação, com média acima de 90 %, e desenvolvimento do diâmetro e comprimento superior ao encontrado neste trabalho com médias de 5 cm para o comprimento, e 4 mm para o diâmetro aos 150 dias, mesmo assim, desenvolvimento considerado insatisfatório.

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). O desenvolvimento encontrado entre a cultivar ‘Princesa’ e o porta-enxerto *Pyrus calleryana*, pode estar relacionado 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).

Para Ermel et al. (1999) e Hartmann et al. (2010), plantas com esse tipo de incompatibilidade apresentam desenvolvimento lento, proporcional ao grau de descontinuidade da união, devido à necrose do tecido cambial ou da ausência de diferenciação do tecido vascular na linha de união do enxerto. Os sintomas externos são pouco evidentes, podendo tardar vários anos para que sejam identificados (PINA; ERREA, 2008).

Nas Figuras 6A, 6C e 6E, é possível observar os anéis das camadas de crescimento tanto no enxerto como no porta-enxerto, indicando que houve desenvolvimento após a enxertia, o que não é observado nas Figura 6B, 6D e 6F, sendo observado apenas uma pequena massa de parênquima indiferenciado, mas não havendo conexão nenhuma entre os tecidos vasculares, sendo difícil até mesmo a realização dos cortes e montagem das lâminas. Sajo e Castro (2006), relatam que quando o câmbio entra em atividade, produz por divisões periclinais xilema secundário para o interior e floema para a periferia, e que por divisões anticlinais, o câmbio acompanha o crescimento em espessura do caule.

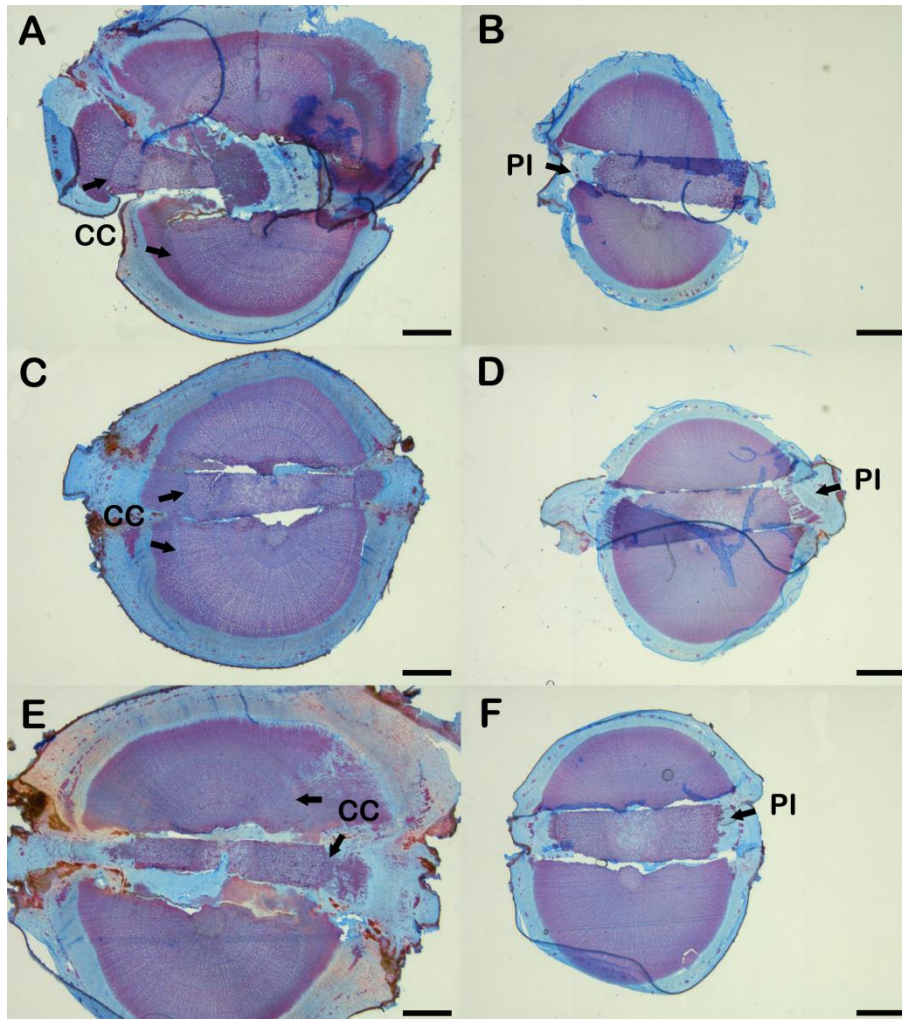


Figura 6 Seções transversais na região da enxertia, A = 'Eva'/'*Pyrus*, B = 'Eva'/'*Chaenomeles*, C = 'Princesa'/'*Pyrus*, D = 'Princesa'/'*Chaenomeles*, E = 'Julieta'/'*Pyrus*, F = 'Julieta'/'*Chaenomeles*. CC = Camada de Crescimento. PI = Parênquima indiferenciado. Barra = 2 mm.

Na Figura 6C, observa-se que a combinação 'Princesa'/'*Pyrus calleryana*, que foi a que apresentou maior desenvolvimento na avaliação

fitotécnica, foi também a que apresentou maior conexão entre os tecidos vasculares. A regeneração e junção dos vasos condutores de forma adequada são consideradas como essencial para que haja compatibilidade entre diferentes materiais nessa técnica de propagação (HARTMANN et al., 2010; PINA et al., 2012).

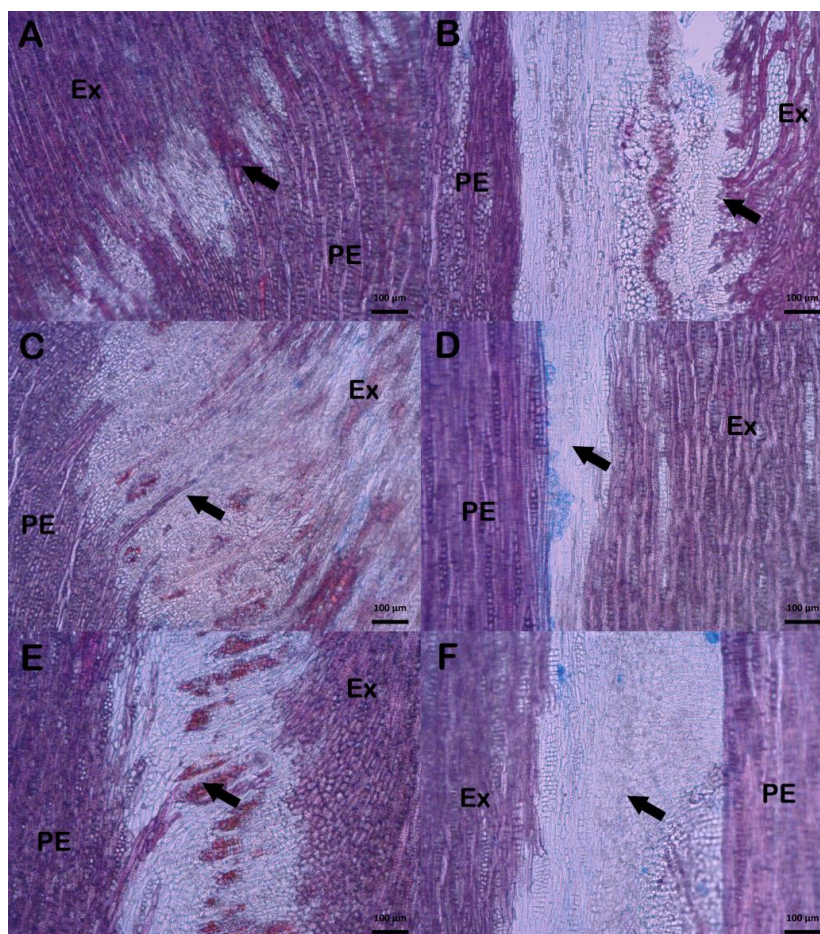


Figura 7 Seções longitudinais na região da enxertia, A = 'Eva'/*Pyrus*, B = 'Eva'/*Chaenomeles*, C = 'Princesa'/*Pyrus*, D = 'Princesa'/*Chaenomeles*, E = 'Julieta'/*Pyrus*, F = 'Julieta'/*Chaenomeles*. Pe = Porta-enxerto, Ex = Enxerto. As setas indicam a região de união entre enxerto e porta-enxerto. Barra = 100 µm.

Em cortes longitudinais, nas Figuras 7B, 7D e 7F, observa-se mais uma vez que não houve conexão dos tecidos vasculares entre as copas e o porta-enxerto *Chaenomeles sinensis*, e nas Figuras 7A, 7C e 7E, observa-se que houve conexão dos tecidos vasculares, porém, uma conexão fraca, com poucos feixes vasculares, e a presença de bastante parênquima indiferenciado.

Pina e Errea (2005), trabalhando com enxertia em espécies de *Prunus* não compatíveis demonstram que em poucas semanas após a enxertia, já se pode observar a formação de conexões vasculares problemáticas, com descontinuidade vascular e degeneração do floema na área de união, indicando a ocorrência de plasmodesmas não funcionais.

Fato que foi comprovado anos mais tarde, quando Pina et al. (2009), demonstraram que o acoplamento plasmodesmal insuficiente, numa fase inicial de desenvolvimento do enxerto, pode resultar em incompatibilidade de enxertia.

Recentemente, estudos de Pina et al. (2012), com diferentes combinações de *Prunus*, demonstraram que a proliferação e a aderência do calo ocorrem em ambas as combinações, compatíveis e incompatíveis, uma semana após a enxertia. Porém, a formação do novo câmbio, derivado do tecido de calo, parece ser atrasada em enxertos interespecíficos, quando comparado aos enxertos intraespecíficos. Essas novas descobertas reforçam a ideia de que as células do calo estão desempenhando papel central na interação entre enxerto e porta-enxerto e que a rejeição final é predeterminada já nas etapas iniciais da formação do enxerto.

#### **4.4 Descrições biométricas**

Não existe diferença significativa anatomicamente entre os porta-enxertos e as espécies de copas utilizadas no experimento conforme as Tabelas 5 e 6.

Os elementos de vasos são longos, com apêndices presentes nas duas extremidades, podendo ocorrer em apenas uma, com placas de perfuração simples (Figuras 8C e 8D); os vasos são predominantemente solitários, com pontuações diminutas, o parênquima axial é paratraqueal e escasso, a porosidade é difusa em arranjo diagonal, as fibras são libriformes e o parênquima radial é composto por raios em sua maioria unisseriados (com apenas uma célula de largura), podendo ocorrer multisseriados (com duas ou três células de largura), com a presença de cristais em câmaras fibrosas, o espessamento das paredes dos elementos de vaso e das fibras parece ser em espiral conforme observado na Figura 8E.

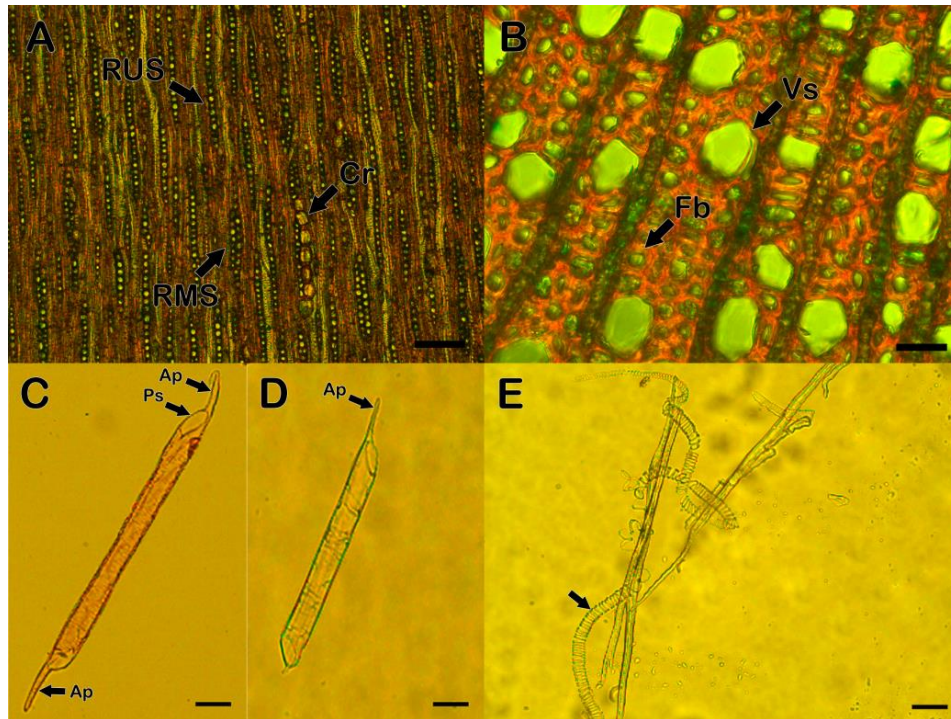


Figura 8 A = Seção longitudinal tangencial, B = Seção transversal, C e D = Elemento de vaso do Xilema, E = Espessamento em espiral da parede dos vasos. R.U.S = Raios Uniseriados. R.M.S. = Raios Multisseriados. Cr = Cristais. Vs = Vasos. Fb = Fibras. Barra A = 100  $\mu$ m, B = 30  $\mu$ m, C e D = 20  $\mu$ m, E = 40  $\mu$ m. Da cultivar de pereira 'Tenra'.

Observa-se na Figura 8A, o parênquima radial, onde é possível ver a presença de raios unisseriados (com apenas uma célula de largura), e multisseriados (com duas ou três células de largura) e também a presença de cristais em câmaras fibrosas. Na Figura 8B, observa-se os vasos predominantemente solitários, as fibras e o raios. Nas Figuras 8C e 8D observa-se os elementos de vasos apresentando placa de perfuração simples, com apêndice presentes nas duas extremidades e em apenas uma. Na Figura 8E é possível ver o espessamento da parede dos vasos em espiral, após dissociação.

Tabela 5 Descrição biométrica dos elementos de vaso do xilema secundário de pereiras, marmeleiros, macieiras e dos porta-enxertos *Pyrus calleryana* e *Chaenomeles sinensis*.

N.A.	Elementos de vaso											
	30				30				10			
	Comprimento ( $\mu\text{m}$ )				Diâmetro ( $\mu\text{m}$ )				Frequência ( $\text{N}^\circ/\text{mm}^2$ )			
	max	min	med	DP	max	min	med	DP	max	min	med	DP
<i>Pyrus calleryana</i>	480	165	303,4	87,8	20	7	13,1	3,3	357	171	278,0	77,5
<i>Chaenomeles sinensis</i>	515	76	308,2	97,5	39	10	22,1	5,4	186	151	165,0	13,6
Triunfo	478	106	280,6	87,1	28	8	18,5	4,2	553	431	487,0	45,5
Cascatense	518	143	295,7	78,6	27	9	18,4	4,5	558	196	435,0	139,9
Le conte	715	161	345,4	118,8	28	9	18,5	3,3	455	357	413,0	35,5
Tenra	536	136	320,1	102,5	25	10	18,7	3,8	421	284	343,0	53,7
Primorosa	445	159	272,1	86,3	26	10	19,2	3,4	338	205	298,0	56,8
Packham's Triumph	579	147	328,1	119,3	26	9	17,7	4,1	421	245	316,0	102,2
Red Barlet	460	163	313,4	77,4	37	14	24,2	4,8	343	259	307,0	32,6
Centenária	579	164	322,7	99,3	31	8	18,6	5,4	499	254	365,0	92,9
D'agua	534	41	329,6	103,9	33	11	20,7	4,8	382	328	359,0	20,7
Seleta	497	207	300,7	71,0	28	9	18,2	4,1	347	274	316,0	27,5
Willians	450	115	306,1	79,4	30	11	18,9	4,5	529	269	392,0	92,8

Conclusão, Tabela 5

N.A.	Elementos de vaso											
	30				30				10			
	Comprimento ( $\mu\text{m}$ )				Diâmetro ( $\mu\text{m}$ )				Frequência ( $\text{N}^\circ/\text{mm}^2$ )			
	max	min	med	DP	max	min	med	DP	max	min	med	DP
Portugal	398	76	215,7	83,9	33	11	22,0	4,6	347	289	328,0	23,6
Mendonça Inta-37	576	116	286,2	110,1	34	9	20,5	5,5	313	225	281,0	35,0
Eva	417	131	279,9	63,6	35	12	23,1	5,8	406	191	299,0	88,3
Princesa	564	157	290,3	79,5	35	11	19,3	5,7	411	352	383,0	23,7
Julieta	444	134	251,7	62,6	44	10	24,0	6,5	431	362	391,0	27,1

N.A. = Número de aferições. Max = Maior valor aferido. Min = Menor valor aferido. Med = Média das aferições. DP = Desvio padrão.

Tabela 6 Descrição biométrica dos raios de parênquima do xilema secundário de pereiras, marmeleiros, macieiras e dos porta-enxertos *Pyrus calleryana* e *Chaenomeles sinensis*.

N.A.	Raios de Parênquima											
	30				30				10			
	Altura ( $\mu\text{m}$ )				Largura ( $\mu\text{m}$ )				Frequência N°/mm linear			
	max	min	med	DP	max	min	med	DP	max	min	med	DP
<i>Pyrus calleryana</i>	403,1	94,3	193,1	67,3	19,1	8,3	13,2	2,9	15,0	10,0	13,5	1,7
<i>Chaenomeles sinensis</i>	560,8	125,5	276,5	100,7	30,5	7,4	17,5	5,7	17,0	12,0	15,5	2,0
Triunfo	585,1	81,1	217,6	96,5	24,4	8,8	15,2	4,6	27,0	12,0	18,0	4,2
Cascatense	345,6	100,1	213,5	66,1	32,9	10,9	19,3	6,9	27,0	15,0	20,7	3,2
Le conte	416,1	102,4	217,6	76,4	41,4	15,8	27,6	7,5	22,0	10,0	16,7	4,7
Tenra	442,5	87,1	219,2	97,7	30,4	13,6	20,3	4,5	27,0	12,0	20,3	4,7
Primorosa	406,4	94,1	212,7	84,6	41,4	12,4	24,0	7,3	20,0	12,0	17,0	3,0
Packham's Triumph	560,1	100,6	241,6	109,6	24,6	8,3	17,3	4,9	22,0	10,0	16,0	4,0
Red Barlet	489,5	85,1	226,2	87,2	31,7	11,0	17,9	5,9	27,0	15,0	21,5	4,2
Centenária	541,7	115,5	265,1	95,8	23,1	8,6	15,5	3,5	20,0	10,0	15,2	3,5
D'agua	406,1	77,6	178,3	83,0	20,8	6,1	13,9	3,6	22,0	15,0	19,2	2,2
Seleta	353,0	96,1	211,1	74,2	39,6	9,8	24,1	7,0	22,0	12,0	17,0	4,0
Willians	426,1	140,4	267,4	82,2	34,1	8,6	18,5	7,3	20,0	12,0	15,5	2,2

Conclusão, Tabela 6

N.A.	Raios de Parênquima											
	30				30				10			
	Altura ( $\mu\text{m}$ )				Largura ( $\mu\text{m}$ )				Frequência N°/mm linear			
	max	min	med	DP	max	min	med	DP	max	min	med	DP
Portugal	460,9	109,3	227,2	87,3	18,3	6,1	12,5	3,2	17,0	10,0	13,7	2,5
Mendonça Inta-37	345,2	106,1	199,5	60,6	30,5	9,8	21,1	5,7	22,0	10,0	17,0	3,7
Eva	364,8	81,9	216,1	69,5	30,8	8,5	18,2	5,1	25,0	12,0	17,8	4,0
Princesa	396,4	140,9	251,1	68,4	39,0	11,0	20,9	5,9	27,0	15,0	21,5	3,5
Julieta	334,7	98,3	181,1	65,5	35,5	9,7	21,5	6,1	22,0	12,0	18,5	3,2

N.A. = Número de aferições. Max = Maior valor aferido. Min = Menor valor aferido. Med = Média das aferições. DP = Desvio padrão.

## 5 CONCLUSÕES

A brotação dos enxertos não indica sucesso na enxertia intergenérica.

A conexão dos tecidos vasculares é fundamental para o sucesso da enxertia intergenérica, sendo que, quanto maior a conexão dos tecidos vasculares, maior é o desenvolvimento do enxerto.

As cultivares de pereira avaliadas são incompatíveis com o porta-enxerto *Chaenomeles sinensis*, e compatíveis com o porta-enxerto *Pyrus calleryana*, com destaque para a cultivar ‘Triunfo’ que apresentou 100 % de pegamento e média de 26,6 cm de comprimento da brotação do enxerto.

As cultivares de marmeleiro avaliadas apresentaram compatibilidade com ambos os porta-enxertos.

As cultivares de macieiras utilizadas são incompatíveis com o porta-enxerto *Chaenomeles sinensis*, e moderadamente compatíveis com o porta-enxerto *Pyrus calleryana*, com destaque para a cultivar ‘Princesa’ que apresentou 96,5 % de pegamento e média de 9,7 cm de comprimento de brotação do enxerto.

Não existe diferença significativa entre os elementos de vaso e os raios parenquimáticos do xilema secundário de todas as espécies utilizadas no experimento.

## REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, E.; ALVARENGA, A.A.; SOUZA, M. Marmeleiro (*Chaenomeles sinensis*) cv. Japonês – Porta-enxerto para marmeleiros, pereiras e nespereiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 13, n. 2, p. 181-182, 1991.

ABRAHÃO, E.; ALVARENGA, A. A.; SOUZA, M. de. Produção tardia de marmeleiro (*Chaenomeles sinensis*) cv. Japonês, na região Sul do Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 17, n. 2, p. 141-142, 1995.

ABRAHÃO, E.; SOUZA, M. de; ALVARENGA, A. A. **A cultura do marmeleiro em Minas Gerais**. Belo Horizonte: EPAMIG, 23 p. (Boletim técnico, 47). 1996.

ALVARENGA, A.A.; ABRAHÃO, E.; CARVALHO, V.L.; SILVA, R.A.; FRAGUAS, J.C.; CUNHA, R.L.; SANTA CECILIA, L.V.C.; SILVA, V.J. Marmelo (*Cydonia oblonga* Mill e *Chaenomeles* spp.). In: TRAZILBO, J.P.Jr., MADELAINE, V. (Org.). **101 Culturas: manual de tecnologias agrícolas**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2007. p. 513-520.

ALVARENGA, A. A.; ABRAHÃO, E.; PIO, R.; ASSIS, F. A.; OLIVEIRA, N. C. Comparação entre doces produzidos à partir de frutos de diferentes espécies e cultivares de marmeleiro (*Cydonia oblonga* Miller e *Chaenomeles sinensis* Koehne). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 1, p. 302-307, 2008.

ANDREWS, P. K.; MARQUEZ, C. S. **Graft incompatibility**. In: Horticultural Reviews. Ed. J. Janick, v.15, p.183-232.1993.

BALBI, R.V. **Análise anatômica e de crescimento em interenxertos de marmeleiros e porta-enxertos *Pyrus calleryana* e *Chaenomeles sinensis* para pereiras de baixa exigência em frio**. 2015. 49 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) -Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.

BARBOSA, W.; DALL'ORTO, F. A. C; OJIMA, M.; MARTINS, F. P.; CASTRO, J. L. Desenvolvimento de cultivares e espécies de pereira enxertados em plântulas de 'Taiwan Nashi-C' na fase de formação demudas. **Bragantia**, Campinas, v. 55, n. 2, p. 341-345, 1996.

BARBOSA, W.; DALL'ORTO, F.A.C; OJIMA, M.; NOVO, M.C.S.S.; BETTI, J.A.; MARTINS, F.P. 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, 1997.

BETTIOL NETO J.E.; PIO R.; SANCHES J.; CHAGAS E.A.; CIA P.; CHAGAS P.C.; ANTONIALI S.; Produção e atributos de qualidade de cultivares de marmeleiro na região leste paulista **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 3, p. 1035-1042, 2011.

BETTIOL NETO, J.E.; CHAGAS E.A.; SANCHES J.; PIO R.; ANTONIALI S.; CIA P.; Produção e qualidade pós-colheita de cultivares de pereira nas condições subtropicais da região leste paulista. **Ciência Rural**, Santa Maria, v 44, n. 10, p. 1740-1746, 2014.

BETTIOL NETO, J.E.; PIO, R. Cultivo da pereira. In: PIO, R. **Cultivo de fruteiras de clima temperado em regiões subtropicais e tropicais**. Lavras: UFLA, 2014. cap. 4. p. 122-157.

CASTRO, E.M; PEREIRA, F.J; PAIVA. R. **Histologia Vegetal: Estrutura e Função de órgãos vegetativos**. Caule. Lavras: UFLA, 2009. p. 150-173.

CELANT, V.M. PIO, R.; CHAGAS, E. A.; ALVARENGA, A. A.; DALASTRA, I. M.; CAMPAGNOLO, M. A. 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, 2010.

DALL'ORTO, F.A.C.; OJIMA, M.; BARBOSA, W.; RIGITANO, O.; SABINO, J.C.; VEIGA, A.A. Frutificação do marmeleiro 'Provence'. **Bragantia**, Campinas, v. 44, n. 1, p. 509-514, 1985.

DALL'ORTO, F. A. C; OJIMA. M.; BARBOSA, W.; SANTOS, R. R.; MARTINS, F. P.; SABINO, J. C. Nespereira enxertadas em marmeleiro: nova opção de produção frutífera sob elevado adensamento de plantio. **O Agrônômico**, Campinas, v. 42, n. 1, p. 17-27, 1990.

ENTELMANN, F. A.; PIO, R.; CHAGAS, E. A.; SIGNORINI, G.; DALL'ORTO, F. A. C.; BARBOSA, W.; ALVARENGA, A. A.; ABRAHÃO, E. Emergência e desenvolvimento de seedlings de cultivares de marmeleiro para porta-enxertos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA. **Anais...** Cabo Frio: SBF, 2006. p. 161.

ENTELMANN, F.A. ; PIO, R ; CHAGAS, E A. ; BARBOSA, W. ; ALVARENGA, A.A. ; ABRAHÃO, E. . Intergeneric quince tree by bud grafting using 'Japonês' and 'Taiwan Nashi-C' rootstock. **Acta Horticulturae**, v. 872, p. 379-382, 2010a.

ENTELMANN, F.A.; R. PIO, E.A. CHAGAS, W. BARBOSA, A.A. ALVARENGA E. ABRAHÃO Intergeneric grafting of apple cultivars in the 'Japonês' quince tree. **Acta Horticulturae**. v. 872, p. 379-382, 2010b.

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

ERMEL, F.F., KERVELLA, J., CATESSON, A.M., POESSEL, J.L.,. Localized graft incompatibility in pear/quince (*Pyrus communis*/*Cydonia oblonga*) combinations: multivariate analysis of histological data from 5-month-old grafts. **Tree Physiol**. v.19, n. 10, p. 645–654, 1999.

ERREA, P., FELIPE, A., HERRERO, M.,. Graft establishment between compatible and incompatible *Prunus* spp. **Journal of Experimental Botany**, v. 45, p. 393-401, 1994.

FACHINELO, J. C.; HOFFMAN, A.; NACHTIGAL, J.C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 22.

FAO. **Fao stat agriculture** data – crops and processed – apple and quince. Disponível em: <[http:// www.faostat.fao.org](http://www.faostat.fao.org)>. Acesso em: 10 maio 2015.

FERREIRA, D.F. **Sistema de análises de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 2011.

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

FRANKLIN, G.L. Preparation of thin sections of synthetic resins and wood-resin composites, and a new macerating method for wood. **Nature**, London, v. 155, p. 51-52, 1945.

GULEN, H.; ARORA, R.; KUDEN, A.; KREBS, S. L.; POSTMAN, J. Peroxidase Isozyme Profiles in Compatible and Incompatible Pear-Quince Graft Combinations. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 127, p. 152-157, 2002.

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

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JUNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. New Jersey: Prentice Hall, 2010. p. 915.

HAUAGGE, R.; TSUNETA, M. 'IAPAR 75 – Eva', 'IAPAR 76 – Anabela' e 'IAPAR 77 – Carícia' - Novas cultivares de macieira com baixa necessidade em frio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 21, n. 3, p. 239-242, 1999.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF WOOD ANATOMISTS . List of microscopic features for hardwood identification. **IAWA Bulletin**, Leiden, v. 10, n. 1, p. 219-332, 1989.

IBGE . Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção agrícola municipal: pera, maçã e marmelo**. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 20 fev. 2016.

IBRAF. Instituto Brasileiro de Fruticultura. **Panorama da cadeia produtiva de frutas em 2012 e projeções para 2013**. Brasília, 2013.

JANICK, J. **A ciência da horticultura**. Rio de Janeiro: USAID, 1966. p 485.

KRAUS; ARDUIN. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Seropédica: Edeir, 1997. 198 p.

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

MARTÍNEZ-BALLESTA, M.C.; ALCARAZ-LÓPEZ, C.; MOTA-CADENAS, B.M.C.; CARVAJAL, M. Physiological aspects of rootstock-scion interactions. **Scientia Horticulturae**, v. 127, n. 2, p. 112-118, 2010.

MASSERON, A. Les porte-greffepommier, poirieretnashi. **Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes**, Paris, p. 297, 1989.

MAYER, N.A.; PEREIRA, F.M. Vigor de clones de umezeiro e pessegueiro 'Okinawa' propagados por estacas herbáceas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 883-887, 2006.

MELLO L.M.R. **Produção e mercado da pera de 2001 a 2010**: Comunicado Técnico 133. Bento Gonçalves. p. 7, 2013.

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**, Saint Louis, v. 73, p. 1-4, 1986.

MORAES, L.A.C.; MORAES, V.H.F.; CASTRO, P.R.C. Aplicação de KCN e linamarina e a incompatibilidade de enxertia por translocação no clone de seringueira IPA 1. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, n. 4, p. 717-723, 2001.

MURATA, I.M.; BARBOSA, W.; NEVES, C.S.V.J.; FRANCO, J.A.M. Enraizamento de estacas lenhosas de porta-enxertos de pereira sob nebulização intermitente. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 583-585, 2002.

NAKASU, B. H. **Pera produção**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. (Frutas do Brasil, 46). cap. 2. 2003. p. 9.

NOCITO, F.F.; ESPEN, L.; FEDELI, C.; LANCILLI, C.; MUSACCHI, S.; SERRA, S.; SANSAVINI, S.; COCUCCI, M.; SACCHI, G.A. Oxidative stress and senescence-like status of pear calli co-cultured on suspensions of incompatible quince microcalli. **Tree Physiology**, Oxford, v. 30, 450-458, 2010.

NOGUEIRA, D. J. P. Os porta-enxertos na fruticultura de clima temperado. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.125, p. 3-12, 1985.

PEREIRA, I.S, PEREIRA, J.F.M., CAMPOS, A.D., PETRI, J.L., COUTO M. Glicosídeos cianogênicos e compatibilidade de enxertia em pereiras asiáticas enxertadas sobre *Pyrus calleryana* e *P. betulifolia*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 50, n. 9, p. 854-859, 2015.

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

PINA, A. **Caracterización fisiológica y bioquímica de las respuestas que intervienen em La compatibilidad de injerto em albaricoquero (*P. armeniaca* L.)**. 2005. 149 f. (Tesis Doctoral) - Universidad de Zaragoza, Zaragoza, España, 2005.

PINA, A.; ERREA, P. Differential induction of phenylalanine ammonia-lyase gene expression in response to in vitro callus unions of *Prunus spp.* **Journal Plant Physiology**, v. 165, p. 705-714, 2008.

PINA, A.; ERREA, P. Morphological and histochemical features of compatible and incompatible stem unions. **Acta Horticulturae**, v. 814, p. 453-456, 2009.

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**, v.143, p. 144-150, 2012.

PIO, R.; CAMPO DALL'ORTO, F.A.; ALVARENGA, A. A.; ABRAHÃO, E.; BUENO, S.C.S.; MAIA, M.L. **A cultura do Marmeleiro**. Série Produtor Rural. Piracicaba: ESALQ, v.29, 2005a. 53p.

PIO, R. et al. Marmeleiro 'Japonês': nova opção de porta-enxerto para marmelos. **O Agrônomo**, Campinas, v. 57, p. 15-16, 2005b.

PIO, R.; CHAGAS, E.A.; BARBOSA, W.; SIGNORINI, G.; ALVARENGA, A. A.; ABRAHAO, E.; ENTELMANN, F. A. 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, 2008a.

PIO, R.; CHAGAS, E.A.; BARBOSA, W.; SIGNORINI, G.; TOMBOLATO, F.A.C. Intergenericgraftingof pear cultivars in the 'Japonês' quincetree. **Acta Horticulturae**, v. 800, p. 707-712, 2008b.

PIO, R. ; CHAGAS, E.A. ; BARBOSA, W. ; ALVARENGA, A.A. ; ENTELMANN, F.A. . 'Taiwan Nashi-C' and 'Taiwan Mamenashi' (Pyrus calleryana), new rootstocks for quince trees. **Acta Horticulturae**, v. 800, p. 659-664, 2008c.

PIO, R; CHAGAS, E.A. ; BARBOSA, W. ; SIGNORINI, G.; DEL, A., JUAN, S. Teste de porta-enxertos intergenéricos para marmeleiros em condições de viveiro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 2, p. 521-526, 2009.

PIO, R; CHAGAS, E. A. ; BARBOSA, W. ; TUCCI, M. L. S. ; MOURÃO FILHO, F.A.A. ; CAMPAGNOLO, M.A. Production of quince nursery trees by different grafting methods. **Ciência Rural**, v. 40, p. 1049-1052, 2010.

SAJO, M.G; CASTRO, N.M. Caule. In: APPEZATTO, D.A.; GLÓRIA, B.; GUERREIRO, S.M.C. **Anatomia vegetal**, Viçosa: Ed. UFV, 2006. p. 283-302.

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**, v.79, p. 23-38, 1999.

SANTAMOUR, Jr., F.S. Graft compatibility in woody plants: A expanded perspective. **Journal of Environmental Horticulture**, Washington, v. 6, p. 27-32, 1988.

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

SCATENA, V. L.; SCREMIN-DIAS, E. Parênquima, colênquima e esclerênquima. In: APPEZATTO, D.A.; GLÓRIA, B.; GUERREIRO, S.M.C. **Anatomia vegetal**, Viçosa. Ed. UFV. 2006. p. 109-128.

SCHUZ, A. Physiological control of plasmodesmal gating. In: VAN BEL, A.J.E.; VAN KESTEREN, W.J.P. (Eds.), *Plasmodesmata: Structure, Function, Role in Cell Communication*. **Springer Verlag**, Berlin, Heidelberg, New York, p. 173-204.1999.

SEIFERT, K.E.; PIO, R.; CELANT, V.M.; CHAGAS, E.A. 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, 2009.

SHEN, D.; LIN, B.; CHEN, D. Recent advances in chinese pear breeding and genetics in China. **Acta Horticulturae**, v. 364, p. 46-54, 1994.

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

SIMONETTO, P.; GRELLMANN, E. Pereira. Porta-enxertos e algumas cultivares. **IPAGRO Informa**, Porto Alegre, n. 31, p. 5- 10, 1988.

SOUZA, A.G.; CHALFUN, N.N.J.; FAQUIN, V.; SOUZA, A.A. Production of pear grafts under hydroponic conditions. **Scientia Agraria**, Londrina, v. 12, p. 266-268, 2011.

STRYDOM, D. K. Portainjertos para perales. In: CURSO INTERNACIONAL DE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPLADO-FRÍO, 1998, Mendoza.

**Anais. Mendoza/Argentina:** INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuária Centro Regional Cuyo). cap. 7, p. 1-7. 1998.

YONEMOTO, Y.; MATSUMOTO, K.; FURUKAWA, T.; ASAKAWA, M.; OKUDA, H.; TAKAHARA, T. Effects of rootstock and crop load on sap flow rate in branches of 'Shirakawa Satsuma' mandarin (*Citrus unshiu* Marc.). **Scientia Horticulturae**, v. 102, p. 295-300, 2004.

ZARROUK, O.; TESTILLANO, P.S.; RISUEÑO, M.C.; MORENO, M.A.; GOGRCENA, Y. 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**, v. 135, p. 9-17, 2010.

ZECCA, A.G.D. Introdução à botânica sistemática. **Apostila Botânica Agrícola**, p. 77-78, 2008.