

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**ALTERAÇÕES BIOQUÍMICAS, CRESCIMENTO E FLORAÇÃO DO  
PESSEGUEIRO 'BARBOSA' SOBRE PORTA-ENXERTOS CLONAI**

**Chirlene Márcia Oldoni**

Passo Fundo

2018

Chirlene Márcia Oldoni

**ALTERAÇÕES BIOQUÍMICAS, CRESCIMENTO E FLORAÇÃO DO  
PESSEGUEIRO 'BARBOSA' SOBRE PORTA-ENXERTOS CLONAIS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em  
Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina  
Veterinária da Universidade de Passo Fundo, como  
requisito parcial para obtenção de título de Doutora em  
Agronomia.

Orientador:  
Dr. Alexandre Augusto Nienow  
Coorientadora:  
Dra. Jurema Schons

Passo Fundo

2018

CIP – Catalogação na Publicação

---

O44a Oldoni, Chirlene Márcia

Alterações bioquímicas, crescimento e floração do pessegueiro “Barbosa” sobre porta-enxertos clonais / Chirlene Márcia Oldoni. – 2018.

81 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre August Nienow.

Coorientadora: Profa. Dra. Jurema Schons.

Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade de Passo Fundo, 2018.

1. Pessegueiro. 2. Prunus persica. 3. Porta-enxertos.  
4. Peroxidase . 5. Bioquímica. I. Nienow, Alexandre Augusto, orientador. II. Schons, Jurema, coorientadora. III. Título.

CDU: 634.25

---

Catalogação: Bibliotecária Juliana Langaro Silveira - CRB 10/2427

## ATA DE DEFESA DE TESE



A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a tese

Alterações bioquímicas, crescimento e floração do pessegueiro 'Barbosa' sobre porta-enxertos clonais

Elaborada por


Chirlene Márcia Oldoni

Como requisito parcial para a obtenção do grau de  
"Doutora em Agronomia – Área de Produção e Proteção de Plantas"

Aprovada em: 18/06/2018  
Pela Comissão Examinadora

  
Dr. Alexandre Augusto Nienow  
Presidente da Comissão Examinadora  
Orientador

  
Dr. Newton Alex Mayer  
Embrapa

  
Dra. Jurema Schons  
Universidade de Passo Fundo  
Coorientadora

  
Dr. Jackson Korchagin  
Universidade de Passo Fundo

  
Dr. Geraldo Luiz Chavarría Lamas Júnior  
Universidade de Passo Fundo

  
Dr. Edson Campanhola Bortoluzzi  
Coordenador PPGAgro

  
Dra. Andréia Caverzan  
Universidade de Passo Fundo

  
Dr. Hélio Carlos Rocha  
Diretor da Faculdade de Agronomia e Medicina  
Veterinária, Universidade de Passo Fundo

## AGRADECIMENTOS

Ao Professor Dr. Alexandre Augusto Nienow pelas orientações, paciência, compreensão, ensinamentos e agradável convívio durante todo curso.

À Professora Dra. Jurema Schons pelo grande auxílio e sugestões nas análises bioquímicas.

Ao pesquisador Newton Alex Mayer e à Embrapa Clima Temperado, pela oportunidade de inserção no Projeto “Desenvolvimento de porta-enxertos do gênero *Prunus* spp. para pessegueiros, nectarineiras e ameixeiras”, que possibilitou a instalação de uma Unidade de Observação na Universidade de Passo Fundo.

Aos professores e colegas da Pós-graduação pelo convívio e pelas experiências compartilhadas.

À Universidade de Passo Fundo e o Programa de Pós-Graduação em Agronomia pela concessão da bolsa de estudos, que viabilizou a realização deste sonho.

Ao esposo Aldir e aos filhos Bruna e Pedro pela colaboração e apoio.

## RESUMO

### **Alterações bioquímicas, crescimento e floração do pessegueiro ‘Barbosa’ sobre porta-enxertos clonais**

Na produção de mudas de pessegueiro é frequente o uso de porta-enxertos de identidade genética desconhecida, sendo necessário o estudo e a indicação dos porta-enxertos mais compatíveis e superiores agronomicamente para a cultura. O trabalho teve por objetivo identificar os melhores porta-enxertos clonais para a cultivar ‘Barbosa’ de pessegueiro, nas condições edafoclimáticas do Planalto Médio do Rio Grande do Sul, avaliando o crescimento em diâmetro do tronco, as alterações bioquímicas (atividade de peroxidase, açúcares e proteínas solúveis totais) e o período de floração. Foram avaliados 19 porta-enxertos (Barrier 1, Cadaman, Clone 15, Capdeboscq, Flordaguard, G x N9, Genovesa, Ishtara, I-67-52-4, Marianna 2624, México F1, Mirabolano 29c, Nemared, Okinawa, Rigitano, Santa Rosa, Tsukuba 1, Tsukuba 2 e Tsukuba 3) propagados por estaquia herbácea, comparadas as combinações com a copa autoenraizada. O delineamento foi em três blocos casualizados, com uma planta por parcela. As avaliações foram realizadas durante os três primeiros ciclos vegetativos, instalada a Unidade de Observação no espaçamento 5,0 m x 2,0 m, conduzidas as plantas no sistema em Y duplo, sem irrigação. Os resultados obtidos revelaram que os porta-enxertos ‘Marianna 2624’, ‘Clone 15’, ‘Nemared’ e ‘Santa Rosa’, constatada a mortalidade de todas ou a maioria das plantas, evidenciam apresentar incompatibilidade com o pessegueiro ‘Barbosa’. Não houve correlação significativa entre os parâmetros bioquímicos (atividade de peroxidase, açúcares e proteínas solúveis) e o crescimento do diâmetro de tronco acima e abaixo do ponto de enxertia. Embora a atividade de peroxidase tenha variado entre as combinações, não é possível empregar este parâmetro, isoladamente, como um indicador conclusivo de incompatibilidade. Plantas enxertadas sobre ‘Okinawa’, ‘Tsukuba 1’, ‘Tsukuba-2’, ‘Flordaguard’ e ‘México F1’ apresentaram, simultaneamente, maior crescimento do diâmetro do porta-enxerto e do enxerto, enquanto menor crescimento foi observado nas plantas sobre ‘Barrier 1’, ‘G x N9’, ‘Genovesa’ e ‘Ishtara’. A cultivar Barbosa, propagada por estaquia, apresenta crescimento do tronco similar às melhores combinações enxertadas, revelando potencial para utilização deste tipo de muda quando não há restrições relacionadas com pragas e doenças de solo. O início e o final da floração podem ser influenciados pelo porta-enxerto, variando com as condições climáticas de cada ciclo.

Palavras-chave: 1. *Prunus persica*. 2. Incompatibilidade. 3. Peroxidase. 4. Açúcares solúveis. 5. Proteínas solúveis.

## ABSTRACT

### **Biochemical changes, growth and flowering of 'Barbosa' peach on clonal rootstocks**

In the production of peach tree seedlings, the use of rootstocks with unknown genetic identity is frequent, and it is necessary to study and indicate the most compatible and superior agronomic rootstocks for the crop. The objective of this study was to identify the best clonal rootstocks for 'Barbosa' peach, in the edaphoclimatic conditions of the Rio Grande do Sul High Plateau, evaluating the growth in trunk diameter, biochemical changes (peroxidase activity, sugars and total soluble proteins) and flowering period. A total of 19 rootstocks (Barrier 1, Cadaman, Clone 15, Capdeboscq, Flordaguard, G x N9, Genovesa, Ishtara, I-67-52-4, Marianna 2624, Mexico F1, Mirabolano 29c, Nemared, Okinawa, Rigitano, Santa Rosa, Tsukuba 1, Tsukuba 2 and Tsukuba 3) propagated by herbaceous cutting, compared the combinations with the auto rooted crown. The design was randomized in three blocks, with one plant per plot. The evaluations were carried out during the first three cycles of vegetation, installed the Observation Unit spaced 5.0 m x 2.0 m, the plants were conducted in a double Y system without irrigation. The results showed that the rootstocks 'Marianna 2624', 'Clone 15', 'Nemared' and 'Santa Rosa', verified the mortality of all or most of the plants, show to be incompatible with 'Barbosa' peach. There was no significant correlation between the biochemical parameters (peroxidase activity, soluble sugars and proteins) and the growth of the trunk diameter above and below the graft point. Although the peroxidase activity has varied between the combinations, it is not possible to use this parameter alone, as a conclusive indicator of incompatibility. Plants grafted on 'Okinawa', 'Tsukuba 1', 'Tsukuba-2', 'Flordaguard' and 'Mexico F1' showed higher growth of rootstock and graft diameter, while lower growth on 'Barrier 1', 'G x N9', 'Genovesa' and 'Ishtara'. The Barbosa cultivar, propagated by herbaceous cutting, presents trunk growth similar to the best grafted combinations, revealing potential for the use of this type of seedlings when there are no restrictions related to pests and soil diseases. The beginning and the end of flowering can be influenced by the rootstock, varying with the climatic conditions of each cycle.

Keywords: 1. *Prunus persica*. 2. Incompatibility. 3. Peroxidase. 4. Soluble sugars. 5. Soluble proteins.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA</b>	<b>13</b>
2.1	<i>Importância sócio-econômica da cultura do pessegueiro</i>	13
2.2	<i>Produção de mudas de pessegueiro</i>	14
2.3	<i>Comportamento agrônômico da relação entre porta-enxerto e copa</i>	15
2.4	<i>Relação entre vigor do porta-enxerto e o crescimento</i>	16
2.5	<i>Alterações bioquímicas envolvendo a combinação porta-enxerto e copa</i>	19
2.6	<i>Compatibilidade entre porta-enxerto e enxerto</i>	20
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>26</b>
3.1	<i>Local da pesquisa</i>	26
3.2	<i>Tratamentos e deliçamento experimental</i>	26
3.3	<i>Produção das mudas</i>	27
3.4	<i>Plantio e tratamentos culturais</i>	28
3.5	<i>Análises bioquímicas</i>	29
3.5.1	<i>Obtenção dos extratos de folhas</i>	29
3.5.2	<i>Obtenção dos extratos de casca</i>	30
3.5.3	<i>Determinação da atividade da peroxidase</i>	31
3.5.4	<i>Determinação da concentração de proteínas solúveis</i>	31
3.5.5	<i>Determinação da concentração de açúcares solúveis totais</i>	31
3.6	<i>Crescimento do diâmetro do caule do porta-enxerto e do enxerto</i>	32
3.7	<i>Período de floração</i>	32
3.8	<i>Análise estatística</i>	33
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>34</b>
4.1	<i>Mortalidade de plantas</i>	34
4.2	<i>Análise bioquímica das folhas e da casca</i>	38
4.2.1	<i>Peroxidase</i>	38
4.2.2	<i>Açúcares solúveis totais</i>	43
4.2.3	<i>Proteínas solúveis</i>	45
4.3	<i>Crescimento do diâmetro do porta-enxerto e do enxerto</i>	48



4.4	<i>Correlação de Pearson entre os parâmetros avaliados</i>	57
4.5	<i>Período de floração</i>	59
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES</b>	<b>63</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>65</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>66</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>79</b>
	<i>ANEXO I - Médias mensais das temperaturas máximas, médias e mínimas ocorridas no município de Passo Fundo, RS, entre setembro de 2014 a julho de 2017. Passo Fundo, 2017.</i>	80
	<i>ANEXO II - Horas de frio <math>\leq 7\text{ }^{\circ}\text{C}</math> e <math>\leq 10\text{ }^{\circ}\text{C}</math> acumuladas no período de abril a setembro de 2015 e 2016 no município de Passo Fundo, RS. Passo Fundo, 2017</i>	80
	<i>ANEXO III - Médias mensais da precipitação ocorrida no município de Passo Fundo, RS, entre setembro de 2014 a julho de 2017. Passo Fundo, 2017</i>	81
	<i>ANEXO IV - Médias mensais da umidade relativa do ar ocorrida no município de Passo Fundo, RS, entre setembro de 2014 a julho de 2017. Passo Fundo, 2017</i>	81

## 1 INTRODUÇÃO

A cultura do pessegueiro [*Prunus persica* (L.) Batsch.] apresenta grande importância econômica e social na fruticultura mundial. Cultivo típico da agricultura familiar, destaca-se pela geração de renda, e de empregos diretos e indiretos no meio rural, na indústria e no comércio. Os principais países produtores de pêssegos são a China, a Espanha, a Itália e os Estados Unidos. No Brasil, o Rio Grande do Sul é o estado com maior produção, seguido de São Paulo, Santa Catarina, Paraná e Minas Gerais.

A técnica da enxertia é a mais utilizada na produção de mudas frutíferas, resultando na combinação de duas plantas, a copa e o porta-enxerto, que podem ser da mesma espécie ou não, desde que compatíveis. Excepcionalmente, pode ser empregada uma terceira planta, quando utilizado o chamado interenxerto ou filtro. A enxertia possibilita, portanto, alterar características de altura e tamanho de copa; época de florescimento e colheita; produtividade; qualidade dos frutos, como cor, sabor, tamanho e formato; permitir a adaptação de copas suscetíveis a solos contaminados com determinadas pragas e doenças; ou úmidos, ou salinos, ou sujeitos ao estresse hídrico prolongado, dentre outros aspectos agrônômicos. Assim, a escolha do porta-enxerto é uma importante decisão que o fruticultor deverá tomar no planejamento do pomar.

A fruticultura moderna baseia-se na utilização de porta-enxertos, cujo emprego possibilita o cultivo de inúmeras cultivares e espécies nos mais diversos climas e regiões. Conforme Loreti (2008), o conhecimento das características bioagrônômicas dos porta-enxertos atualmente disponíveis no mercado é indispensável para que se faça a escolha apropriada. A busca de soluções para os problemas dos cultivos comerciais de pessegueiros requer o conhecimento da interação porta-enxerto e copa. Muitos porta-

enxertos não possuem identidade genética conhecida, pois frequentemente são utilizados caroços provenientes das indústrias que processam pêssegos, havendo misturas varietais.

A identidade genética não sendo conhecida impede, por exemplo, saber se o material utilizado é resistente à nematoides (*Meloidogyne incognita* e *Mesocriconema xenoplax*). A morte-precoce do pessegueiro é outro grave problema. Esta síndrome surgiu no final da década de 1970, entretanto foi a partir de 1981 que efetivamente começou a causar maiores preocupações (MAYER e UENO, 2012). No ano de 2007 foram identificados pomares com até 80% de plantas mortas ou parcialmente mortas (plantas com pernas aparentemente saudáveis e pernas mortas), o que comprova a gravidade do problema (MAYER et al., 2009). Sendo um distúrbio fisiológico, suspeita-se que o porta-enxerto possa ter relação com as causas.

A produção de porta-enxertos de pessegueiro no sul do Brasil, até o início da década de 1980, utilizava as cultivares Aldrigh e Capdeboscq, amplamente cultivadas na região de Pelotas para conserva, em função da facilidade de obtenção de caroços e por serem de maturação tardia, o que resultava em razoável porcentagem de germinação. Entretanto, não eram cultivares selecionadas para a finalidade específica de porta-enxerto (PEREIRA; MAYER, 2005). Com a redução da área de plantio destas cultivares, e substituição por outras, lançadas pelo melhoramento genético, o resultado tem sido uma mistura ainda mais acentuada de cultivares na produção de porta-enxertos, uma vez mantido o hábito de obter os caroços junto às indústrias de conserva, sem identidade genética conhecida. Ressalta-se, ainda, que o simples fato da propagação ocorrer a partir de sementes, gera variabilidade genética pela polinização aberta e recombinação genética. Por sua vez, a Legislação de Produção de Mudas exige a identificação do porta-enxerto, norma que, certamente, não está sendo cumprida, pois a identidade genética pode ser questionada.

O sucesso do cultivo dessa espécie depende da região, das práticas culturais adotadas e do porta-enxerto escolhido no momento da obtenção das mudas. O efeito dos porta-enxertos no vigor, desenvolvimento, florescimento, frutificação, longevidade e

adaptação das plantas a determinadas condições edáficas indica que a produtividade das árvores enxertadas é resultado da relação entre a copa e o porta-enxerto (ARAYA, 2004). A influência dos porta-enxertos não ocorre somente no crescimento e desenvolvimento, mas também na qualidade do fruto (GIORGI et al., 2005).

A identificação da melhor combinação do enxerto e porta-enxerto é importante para se obter produções de qualidade (RATO et al., 2008). Portanto, torna-se necessários avançar em pesquisas que busquem selecionar as melhores combinações de copa e porta-enxerto compatíveis, permitindo a implantação de pomares mais uniformes, produtivos e de maior longevidade e devido à exigência da modernização da fruticultura brasileira, é urgente e necessária a pesquisa na área de porta-enxertos para espécies frutíferas de caroço, de modo a melhorar a produtividade e a qualidade dos frutos, contornar problemas fitossanitários e fisiológicos, e cumprir as normas legais de produção de mudas, para aumentar a longevidade das plantas e tornar viável economicamente a produção comercial de pêssegos.

Para gerar subsídios que servirão de base para a recomendação de porta-enxertos para as condições edafoclimáticas do Planalto Médio do Rio Grande do Sul e do Brasil, a pesquisa objetivou avaliar, em uma Unidade de Observação instalada em Passo Fundo, RS, o crescimento do tronco (porta-enxerto e enxerto), o período de floração e as alterações bioquímicas (peroxidase, açúcares e proteínas solúveis) de combinações utilizando o pessegueiro ‘Barbosa’ enxertado sobre dezenove porta-enxertos clonais, nos três primeiros ciclos vegetativos em condições de campo.

## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1 Importância sócio-econômica da cultura do pessegueiro**

A importância socioeconômica da fruticultura em geral, e do cultivo de frutas de caroço ou de pêssego, cresce na razão de 5% ao ano no mundo, representando excelente oportunidade de negócio no Brasil, que poderá aumentar a participação no mercado externo. Por outro lado, o impacto socioeconômico da cadeia produtiva das frutas no Brasil é superior a quase todas as atividades agrícolas (menos a floricultura), pois a base agrícola abrange 2 milhões de hectares, gerando 4 milhões de empregos diretos e contribuindo com US\$ 11 bilhões para o PIB. Calcula-se que, para cada US\$ 10.000,00 investidos em fruticultura, são gerados três empregos diretos e dois indiretos. O Ministério de Agricultura e Abastecimento (MAPA) estima que cada hectare de fruticultura gera até seis empregos diretos, com um investimento de aproximadamente R\$ 25.000,00. Nas regiões de Pelotas e Serra Gaúcha, o valor bruto direto desta atividade econômica é de R\$ 205.306.000,00/ano, considerando o preço médio de R\$ 4.106,12/t (ao preço internacional de maio de 2017 de US\$ 1.173,18/t) (RASEIRA, BELARMINO; FRANZON, 2018).

No mundo, a China se destaca como maior produtor mundial de pêssegos e nectarinas, com uma produção de 14.440.746 t e participação de 57,8%. Posteriormente, na sequência, estão a Espanha (1.529.919 t e 6,12%), Itália (1.427.573 t e 5,71%), Estados Unidos (927.178 t e 3,71%), Irã (863.922 t e 3,46%), África do Sul (859.932 t e 3,44%) e Grécia (847.990 t e 3,39%). Esses sete países respondem a 84% da produção mundial, de acordo com a Food and Agriculture Organization (FAO, 2018).

No Brasil, a área colhida de pêssegos, em 2017, foi de 17.116 ha, com uma produção de 248.583 t e rendimento médio de 14.523 kg/ha. O Rio Grande do Sul é o estado maior produtor, com 171.369 t produzidas em 12.516 ha, e rendimento médio de 13.692 kg/ha. Os demais estados maiores produtores são São Paulo (34.592 t), Santa Catarina (22.502 t), Paraná (10.958 t) e Minas Gerais (8.918) (IBGE, 2017).

A análise de remuneração dos recursos produtivos (insumos, terra, capital e trabalho), baseados em um rendimento médio de 11 t/ha e preço médio de R\$ 1,50/kg, demonstram ser possível obter, como referencial, uma receita bruta de R\$ 17.500,00/ha e líquida de R\$ 7.891,78/ha, necessitando que cada produtor calcule seu próprio custo de produção, levando em conta as especificidades de cada propriedade e os preços negociados (RASEIRA, BELARMINO; FRANZON, 2018).

## **2.2 Produção de mudas de pessegueiro**

As mudas de pessegueiro são propagadas comercialmente por enxertia da copa (FACHINELLO; HOFFMAN; NACHTIGAL, 2005) sobre porta-enxertos obtidos de sementes, que devem adaptar-se às condições edafoclimáticas do local de plantio e, também, auxiliar a cultivar-copa a produzir frutos de alta qualidade para o consumo *in natura* ou para a indústria (ROCHA et al., 2007).

Para a produção dos porta-enxertos de pessegueiro muitos viveiristas utilizam caroços obtidos junto às indústrias de conservas da região produtora. O porta-enxerto, por sua vez, não tem identidade genética conhecida, o que impede a adoção de medidas de controle de patógenos de solo, como fitonematoides (GOMES; CAMPOS; ALMEIDA, 2000).

A propagação vegetativa dos porta-enxertos é uma alternativa para manter as características genéticas de determinada cultivar (TOMAZ, 2014). A cultivar Okinawa é um dos principais porta-enxertos utilizados na produção de mudas de pessegueiro no Estado de São Paulo. Do Japão foi levada para os Estados Unidos, pelo Programa de

Melhoramento Genético da Universidade da Flórida (MAYER; PEREIRA; SANTOS, 2003; REIS; CHALFUN; REIS, 2010). Outra cultivar importante, resistente a nematoides de galhas, como *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *M. floridensis*, é a ‘Flordaguard’, originária de cruzamento entre *Prunus persica* e *P. davidiana* (FERGUSON; CHAPARRO, 2007). É um porta-enxerto de porte vigoroso, com resistência aos nematoides *Meloidogyne incognita*, *M. javanica*, *M. mali*, *Radopholus similis* e *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* (FINARDI, 1998). Novos porta-enxertos de pessegueiro têm sido selecionados em programas de melhoramento genético, principalmente em países como Espanha, Estados Unidos, França e Itália (MARTINS et al., 2011).

### 2.3 Comportamento agrônômico da relação entre porta-enxerto e copa

Os porta-enxertos afetam mais de vinte características das árvores enxertadas (NÚÑEZ; MOURÃO FILHO; STUCHI, 2007), tais como a concentração mineral de folhas e frutas (FALLAHI et al., 2001); a resistência a pragas e doenças de solo, absorção de água e nutrientes (NEILSEN et al., 2006); o tamanho da copa (PREZOTTO et al., 2008; BOTELHO et al., 2012); a qualidade dos frutos, como amadurecimento, cor, forma e tamanho (GIORGI et al., 2005; PICOLOTTO et al., 2009); a capacidade antioxidante (SCALZO et al., 2005), como o teor de polifenóis (USENIK; FABRIC; STAMPAR, 2006), flavonoides e antocianinas (ORAZEM; STAMPAR; HUDINA, 2011), e vitamina C (REMORINI et al., 2008).

A capacidade total de antioxidantes e os níveis de alguns fitoquímicos (fenois, ácido ascórbico e  $\beta$ -caroteno) são significativamente influenciados pelo porta-enxerto, mesmo que não seja possível definir um comportamento comum. Os porta-enxertos de vigor similar produziram frutos com características nutricionais muito diferentes, indicando que o efeito é mais complexo do que apenas o vigor (REMORINI et al., 2008).

O efeito dos porta-enxertos no vigor, desenvolvimento, florescimento, frutificação, longevidade e adaptação das plantas em determinadas condições edáficas

indica que a produtividade das árvores enxertadas é resultado da relação entre a copa e o porta-enxerto (ARAYA, 2004).

Porta-enxertos com diferentes características bioagronômicas afetam o desenvolvimento das plantas, pois altera os atributos de crescimento das árvores enxertadas, tais como o diâmetro do tronco, comprimento dos ramos produtivos, comprimento dos ramos principais, acúmulo de matéria seca e volume de copa (NÚÑEZ; MOURÃO; STUCHI, 2007; YILDIZ; DEMIRKESER; KAPLANKIRAN, 2013).

Em estudos realizados com macieiras (FALLAHI; FALLAHI; SHAFII, 2013), pereiras (IKINCI et al., 2014), limeiras (CANTUARIAS-AVILÉS et al., 2012), cerejeiras (WHITING; LANG; OPHARDT, 2005; GYEVIKI et al., 2012) e laranjeiras (YILDIZ; DEMIRKESER; KAPLANKIRAN, 2013), os autores constataram que porta-enxertos que proporcionam maior crescimento vegetativo normalmente induzem a menores rendimentos de frutos e menor eficiência produtiva dos pomares. O crescimento vegetativo, o rendimento e qualidade de frutas da clementina 'Marisol', enxertada sobre quatro porta-enxertos comerciais, verificou que o porta-enxerto que conferiu maior crescimento vegetativo foi aquele que proporcionou maior rendimento de frutos (BASSAL, 2009).

O uso de porta-enxertos que reduzem o porte das plantas permite maior adensamento do pomar. O adensamento contribui para o aumento da produtividade dos pomares, constatando ser uma tendência dos produtores adotar esta prática no Estado de São Paulo (CASER et al., 2000).

#### **2.4 Relação entre vigor do porta-enxerto e o crescimento**

O vigor das árvores influencia o tamanho de seus órgãos, principalmente da folha (BARLOW, 1969). Árvores enxertadas sobre porta-enxertos vigorosos tendem a desenvolver mais a parte aérea das plantas (LI et al., 2002), aumentando a densidade de folhas do dossel (GYEVIKI; HROTKÓ; HONFI, 2012; GULLO et al., 2014), o que



proporciona às plantas maior atividade fotossintética (GONÇALVES et al., 2006). No entanto, este acréscimo, na maioria dos casos, não se traduz em aumento do rendimento e qualidade das frutas (GYEVIKI; HROTKÓ; HONFI, 2012), uma vez que a maior área foliar leva a uma menor penetração da luz no dossel, reduzindo a massa e o peso foliar específico das folhas (SANTOS et al., 2006), e a qualidade dos frutos (GULLO et al., 2014). A distribuição mais uniforme da luz no interior do dossel melhora a eficiência produtiva e a produção por planta e por hectare, os índices de qualidade, tais como tamanho e cor da fruta, a concentração de compostos antioxidantes e a uniformidade da fruta (REMORINI et al., 2008; GULLO et al., 2014).

O autosombreamento, provocado pelo excesso de folhas no dossel e a irregularidade na distribuição das folhas, diminui o aproveitamento da radiação fotossinteticamente ativa e a capacidade de absorção da luz é prejudicada (GULLO et al., 2014), prejudicando os atributos qualitativos da fruta, tais como tamanho, cor, teor de açúcar e concentração de metabólitos secundários (AWAD; WAGENMAKERS; JAGER, 2001; HAMPSON et al., 2002; WHITNG et al., 2005). Em vista destes resultados, os estudos buscam combinações de porta-enxerto/copa e sistemas de condução das árvores que possibilitem a maximização da quantidade de luz interceptada e a otimização da distribuição da luz no interior do dossel (AL-HINAI; ROPER, 2004; GYEVIKI et al., 2012; GULLO et al., 2014). Diferentes hábitos de crescimento de plantas enxertadas foram observados com variações de porta-enxerto de umezeiro e passegueiro, sendo que clones de umezeiro apresentam diâmetro menor, relativamente homogêneo, ao longo de sua extensão (MAYER; PEREIRA; KOBAYASHI, 2006).

A fruticultura moderna preconiza o adensamento de plantas, com o objetivo de reduzir os custos das operações de poda, raleio e colheita, antecipar a entrada em produção e acelerar a obtenção da produtividade máxima dos pomares (LORETI, 2001). Estudos apontam que o uso de porta-enxertos menos vigorosos, ou ananizantes, é uma das alternativas que pode ser utilizada para este fim (AL-HINAI; ROPER, 2004; GYEVIKI et al., 2012; GULLO et al., 2014). Inúmeras pesquisas têm sido realizadas sobre esse tema nas principais regiões produtoras mundiais, com resultados utilizados

para a definição de linhas de pesquisa nos programas de melhoramento de porta-enxertos, e para a indicação segura para fruticultores e viveiristas (LORETI; MASSAI, 1999).

Copas de cerejeira doce tem sido enxertadas sobre 'Gisela 5' ou 'Gisela 6' (*P. cerasus* × *P. canescens*), porta-enxertos que reduzem o vigor das árvores e induzem a precocidade de frutificação dos pomares (PERRY et al., 1997). Maior rendimento e qualidade dos frutos são obtidos em árvores enxertadas sobre porta-enxertos com menor vigor, como 'Gisela 5' (WHITING; LANG; OPHARDT, 2005). Da mesma forma, a utilização do porta-enxerto de marmeleiro (*Cydonia oblonga* Mill.) ananizante 'BA 29' permitiu o adensamento dos pomares de pereiras 'Santa Maria', sem prejuízos na produção, qualidade e rendimento de frutas (IKINCI et al., 2014). Alta eficiência produtiva foi obtida nas cultivares Rhode Red Valencia e Valencia Late enxertadas sobre o porta-enxerto de laranja azeda 'Troyer', que conferiu menor vigor às plantas (YILDIZ; DEMIRKESER; KAPLANKIRAN, 2013). Resultados similares foram observados em limeiras Tahiti 'IAC5-1', que enxertadas sobre 'Flying Dragon' (*P. trifoliata* var. *monstrosa*) tiveram seu vigor reduzido, mas proporcionou maior eficiência produtiva, massa e tamanho de frutos, e teores mais elevados de açúcares solúveis totais.

Gullo et al. (2014) constataram que, para pessegueiros, a utilização do porta-enxerto 'Penta', considerado de baixo vigor, promoveu acréscimos de até 40% na produção, com aumentos de massa fresca, açúcares, coloração, polifenóis totais e capacidade antioxidante, devido a melhor distribuição foliar e capacidade de interceptação de luz pelo dossel. Testes realizados em pomares de laranjeira 'Valência' mostraram maior eficiência produtiva de plantas enxertadas sobre citrumelos, que reduzem o vigor das plantas (POMPEU JÚNIOR; BLUMER, 2011).

Apesar de a utilização de porta-enxertos de menor vigor proporcionar aos pomares características desejáveis em diversas espécies, alguns aspectos, tais como maior tolerância às doenças e à seca são obtidos quando se utiliza porta-enxertos de maior vigor. Os efeitos dos porta-enxertos 'GF677' (vigoroso) e 'Penta' (menos vigoroso) em cultivares de pessegueiro Early May Crest e Rich May, demonstrou que o crescimento

das plantas é superior quando utilizado o porta-enxerto mais vigoroso, no entanto o rendimento, a eficiência produtiva e a qualidade dos frutos decresceram e houve um retardamento da maturação dos frutos com o aumento do vigor das plantas (INGLESE et al., 2002; GULLO et al., 2014).

Em laranjeiras, porta-enxertos de maior vigor, como o limão ‘Volkameriano’, imprimem às árvores enxertadas maior tolerância à *Candidatus liberibacter asiaticus* (ALBRECHT; MCCOLLUM; BOWMAN, 2012). Maior tolerância à seca e rendimento acumulado foi encontrada quando limas ‘Tahiti’ (CANTUARIAS-AVILÉS et al., 2012), cerejeiras (GONÇALVES et al., 2006) e macieiras (LI et al., 2002) foram enxertadas sobre porta-enxertos mais vigorosos. A tolerância à seca pode estar relacionada a maior condutância estomática e fluxo de seiva (LI et al., 2002), menor resistência hidráulica (GONÇALVES et al., 2006) e alta capacidade fotossintética proporcionadas por porta-enxertos de maior vigor (LI et al., 2002; GONÇALVES et al., 2006).

## **2.5 Alterações bioquímicas envolvendo a combinação porta-enxerto e copa**

As alterações de crescimento, bioquímicas e fisiológicas decorrentes da relação entre porta-enxerto e copa em frutíferas influenciam diretamente o potencial hídrico (CASTLE; KREZDORN, 1973), a condutividade hidráulica (SYVERTSEN; GRAHAM, 1985), a acumulação de solutos (BARRY; CASTLE; DAVIES, 2004), o fluxo de hormônios (LOCKARD; SCHNEIDER, 1981), a assimilação de CO<sub>2</sub> e a partição de fotoassimilados (MORINAGA; IKEDA, 1990; IKINCI et al., 2014). Estas modificações alteram o crescimento das plantas (RODRIGUES et al., 2004; ZARROUK et al., 2006; COHEN et al., 2007; CANTUARIAS-AVILÉS et al., 2012; FALLAHI; FALLAHI; SHAFII, 2013; MACHADO et al., 2015;) e são fundamentalmente alteradas em função da utilização de porta enxertos com diferentes vigores (LI et al., 2002; GONÇALVES et al., 2006; CANTUARIAS-AVILÉS et al., 2012; FALLAHI; FALLAHI; SHAFII, 2013;).

Alguns estudos têm sustentado, por exemplo, a hipótese de que a utilização de porta-enxertos ananizantes induz aumento da resistência hidráulica específica das folhas

(ATKINSON et al., 2003), provocando redução do fluxo de água para o dossel (BASILE et al., 2003) e das taxas de trocas gasosas, além de afetar os sinais hormonais (KAMBOJ et al., 1999; WHITING; LANG; OPHARDT, 2005), provocando o decréscimo na altura das plantas (KAMBOJ et al., 1997). Experimentos com cerejeiras (GONÇALVES et al., 2006), kiwizeiro (CLEARWATER et al., 2006) e macieiras (COHEN et al., 2007) foram realizados a fim de testar esta hipótese. Os autores observaram que maior resistência hidráulica foi encontrada em porta-enxertos de menor vigor, e que este efeito pode estar envolvido com o nanismo das plantas, pois o aumento da resistência hidráulica das folhas leva à diminuição do fluxo de água e nutrientes, e das trocas gasosas, reduzindo o crescimento vegetativo (KAMBOJ et al., 1997; BASILE et al., 2003; COHEN et al., 2007).

Apesar destes efeitos, a produtividade e a qualidade das frutas não são prejudicadas, pois apesar de árvores enxertadas sobre porta-enxertos revigorantes possuírem maior assimilação de CO<sub>2</sub> (GONÇALVES et al., 2006), árvores enxertadas sobre porta-enxertos ananizantes tem melhor aproveitamento dos recursos naturais disponíveis, como água e radiação solar (GONÇALVES et al., 2006; CANTUARIAS AVILÉS et al., 2012; GULLO et al., 2014), o que as torna mais eficientes em termos produtivos, uma vez que, em detrimento do crescimento vegetativo, os fotoassimilados são utilizados mais eficientemente para a produção de frutos (GONÇALVES et al., 2006).

## **2.6 Compatibilidade entre porta-enxerto e enxerto**

A compatibilidade entre o enxerto e o porta-enxertos é imprescindível para o sucesso da enxertia e do pomar, setraduzindo na habilidade que duas plantas diferentes apresentam de coexistirem quando ocorre a união bem sucedida, e se desenvolvem satisfatoriamente quando adulta (HARTMANN et al. 2002). As alterações relacionadas com a compatibilidade dos materiais podem levar ao sucesso ou não da enxertia (HUDINA et al., 2014), além de interferir ou modificar atributos de qualidade das frutas (GONÇALVES et al. 2006; ORAZEM; STAMPAR; HUDINA, 2011; LEGUA et al., 2014).

Segundo Yeoman (1984), após a enxertia, inicia-se um processo de reconhecimento das células dos tecidos de ambos os materiais, em que moléculas de pectina são libertadas a partir dos plasmalemas, e estas combinam-se para formar um complexo coeso que permita uma interação metabólica mútua no ponto de enxertia. Quando este complexo não é formado, devido a diferenças entre as células em contato, um tipo especial de proteína, a lecitina, é produzida e seu acúmulo induz a rejeição dos tecidos, o que leva à formação de enxertos incompatíveis (YEOMAN; BROWN, 1976).

No entanto, os mecanismos de expressão da incompatibilidade ainda não estão completamente elucidados, e várias hipóteses têm sido lançadas na tentativa de explicar esse fenômeno (PINA; ERREA, 2005). Uma das hipóteses é que, em virtude do processo de cicatrização do ponto de enxertia, há um acúmulo de compostos fenólicos (GUR; BLUM, 1973), aumentando a atividade de enzimas como a peroxidase (TAKAHAMA; ONIKI, 1997), provocando distúrbios nas ligações vasculares entre copa e porta-enxerto, inibindo a lignificação de células (GUR; BLUM, 1973), o que conseqüentemente torna a combinação incompatível (ZARROUK et al., 2010).

A peroxidase possui importância fisiológica no controle do crescimento, lignificação, biossíntese da parede celular e defesa contra patógenos, podendo, ainda causar mudanças indesejáveis no aroma, gosto, cor, textura e perda de nutrientes em alimentos (MACIEL; GOUVEA; PASTORE, 2006).

Se a atividade da peroxidase está intimamente relacionada ao nível de estresse da planta, um de seus principais papéis é promover a proteção da célula (SOARES et al., 2009), e o aumento da atividade pode ser determinante na capacidade de adaptação das plantas, podendo ser utilizada como um marcador bioquímico de estresse (PISA; LIMA; BRASIL, 2003). A produção de formas de oxigênio reativo seria aumentada em situações de estresse, induzidos por fatores abióticos (baixas temperaturas, déficit hídrico e alta intensidade luminosa) e/ou bióticos (ataque de patógenos) (MARAFON et al., 2009).

A peroxidase e suas isoformas desempenham função de proteção contra o estresse oxidativo, onde catalisam a reação entre o agente redutor e o  $H_2O_2$ . São enzimas que além de apresentarem ação antioxidante, desempenham importante papel na biossíntese da parede celular (PASSARDI; PENEL; DUNAND, 2004), bem como na prevenção da oxidação de lipídeos da membrana (BROETTO et al., 1997). Santamour (1992) relata a necessidade de similaridade de estruturas das enzimas (isoenzimas) peroxidases entre o enxerto e o porta-enxerto para que ocorra compatibilidade.

A enzima está associada a reações de deterioração oxidativa em frutas, vegetais e produtos processados, que se dá pela reação  $RH_2 + H_2O_2 \rightarrow 2 H_2O + R$ . Na reação enzimática o peróxido de hidrogênio ou outro peróxido orgânico, como o peróxido de metila ou o etil hidrogênio é reduzido, enquanto que um doador de elétrons (AH) é oxidado. O doador de elétrons pode ser ascorbato, fenóis, aminas ou outros compostos orgânicos (ROBINSON, 1991).

Além da função principal na eliminação do  $H_2O_2$ , as peroxidases também podem catalisar a formação de  $O_2^-$  e  $H_2O_2$  através da complexa reação na qual o  $NADH^+$  é oxidado, usando traços de  $H_2O_2$ , produzido primeiramente pela partição não enzimática do  $NADH$ . Em seguida, o radical  $NAD$  formado reduz  $O_2$  a  $O_2^-$ , alguns dos quais catalisam em  $H_2O_2$  (BLOKHINA; VIROLAINEN; FAGERSTEDT, 2003).

Se a atividade da peroxidase está intimamente relacionada ao nível de estresse da planta, um de seus principais papéis é promover a proteção da célula (SOARES et al., 2009), e o aumento da atividade pode ser determinante na capacidade de adaptação das plantas, podendo ser utilizada como um marcador bioquímico de estresse (PISA; LIMA; BRASIL, 2003). A produção de formas de oxigênio reativo seria aumentada em situações de estresse, induzidos por fatores abióticos (baixas temperaturas, déficit hídrico e alta intensidade luminosa) e/ou bióticos (ataque de patógenos) (MARAFON et al., 2009).

A peroxidase e suas isoformas desempenham função de proteção contra o estresse oxidativo. São enzimas que além de apresentarem ação antioxidante, desempenham

importante papel na biossíntese da parede celular (PASSARDI; PENEL; DUNAND, 2004), bem como na prevenção da oxidação de lipídeos da membrana (BROETTO et al., 1997). Santamour (1992) relata a necessidade de similaridade de estruturas das enzimas (isoenzimas) peroxidases entre o enxerto e o porta-enxerto para que ocorra compatibilidade.

A atividade da peroxidase pode ser um bom índice para avaliar a incompatibilidade entre copa e porta-enxerto, pois quando o padrão da peroxidase do enxerto coincide com a do porta-enxerto, a união entre os materiais é compatível e há o rápido restabelecimento da ligação vascular (PINA; ERREA, 2005; USENIK; FABRIC; STAMPAR, 2006). Manifestações de incompatibilidade são normalmente expressas por interrupção de crescimento da árvore e por prematura desfolhação, causada por uma disfunção do floema (MOING; CARDE, 1988) e também alterações bioquímicas na interface enxerto (MOING et al., 1987).

Além do acúmulo de peróxido de hidrogênio, medido pela atividade de peroxidase, outras substâncias e mecanismos metabólicos podem, individualmente ou em combinação, explicar os resultados de perfeita, parcial ou total incompatibilidade entre enxerto e porta-enxerto. Os hormônios também interagem na união do enxerto com o porta-enxerto, liberando auxinas para induzir a diferenciação das células nos tecidos vasculares, funcionando como substâncias morfogênicas (KOEPEKE; DHINGRA, 2013).

O acúmulo de catequina acima da união do enxerto pode ser usado como um marcador bioquímico da incompatibilidade do enxerto (DE COOMAN, 1997; MUSACCHI, 1996), e podem interferir na atividade da peroxidase e produção de auxinas, consequentemente nos processos de diferenciação dos tecidos vasculares (USENIK; FABRIC; STAMPAR, 2006). Outros resultados indicaram que não só a catequina e a procianidina B1, mas também a arginina e vários flavonoides podem estar envolvidos na incompatibilidade do enxerto (HUDINA et al., 2014).

Outra estratégia promissora para prever a incompatibilidade é a expressão dos genes PAL (fenilalanina amônia-liase), presente na síntese de compostos fenólicos, desempenhando papel fundamental na formação da união do enxerto. Consequência da perda de compartimentos celulares, os fenóis fazem contato com enzimas oxidativas endógenas e ficam sujeitos à oxidação e posterior polimerização. As transcrições dos genes *PAL1* foram 3 vezes mais abundantes em uniões incompatíveis aos 10 e 21 dias após a enxertia, enquanto os transcritos de *PAL2* aumentaram após 21 dias, diferindo entre os tecidos do calo, folhas e casca (IRISARRI et al., 2016).

Variações nos teores de amido e açúcares podem ocorrer em função do vigor dos porta-enxertos. Conforme Gonçalves et al. (2006), estudando plantas de cerejeira, os porta-enxertos revigorantes melhoram a capacidade de hidratação da planta e, conseqüentemente, a capacidade fotossintética, resultando em valores mais altos de amido e fenóis totais. Os porta-enxertos anões possuem sistema hidráulico com baixa capacidade, o que diminui o potencial de água da planta, comprometendo a captação de carbono fotossintético e o potencial de crescimento. A absorção limitada de carbono, no entanto, não reduz necessariamente o rendimento dos frutos, porque árvores com diferentes portes apresentam diferentes relações de água, troca de gases e crescimento.

Através da fotossíntese, a planta usa a energia solar para oxidar a água, liberar o oxigênio e reduzir o gás carbônico em combinações orgânicas, principalmente açúcares, para produzirem energia utilizável pelas células. No entanto, os padrões de acumulação de açúcar e as concentrações diferem entre as espécies (TAIZ; ZEIGER, 2013).

O sintoma mais comumente observado quando ocorre incompatibilidade entre os materiais utilizados é a hipertrofia ou a redução no ponto de enxertia (MUSACCHI, 1996). Essa hipertrofia ocorre em função da falta de simultaneidade na formação do xilema e floema entre copa e porta-enxerto, pois possuem diferentes taxas de crescimento do câmbio (RYUGO, 1993). Moore (1984), no entanto, defendeu que a formação destes calos são eventos de reorganização citoplasmática e deposição de materiais intrínsecos do processo de enxertia, e não sintomas de incompatibilidade. Devido a estas contradições



da literatura, para determinar se os materiais utilizados são compatíveis, é necessário a realização de análises bioquímicas, fisiológicas e anatômicas (PINA; ERREA, 2005).

## **3 MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.1 Local da pesquisa**

A pesquisa foi conduzida em uma Unidade de Observação (UO) instalada no Centro de Extensão e Pesquisa Agronômica (Cepagro) da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAMV), na Universidade de Passo Fundo (UPF), Rio Grande do Sul, situada na latitude 28° 15' 46''S, longitude 52° 24' 24''O, a 689 m de altitude.

De acordo com as normais climatológicas (1961-1990) registradas pelo Laboratório de Agrometeorologia da Embrapa Trigo de Passo Fundo - RS, a temperatura média anual do município é de 17,7 °C, com média das máximas de 23,6 °C e média das mínimas de 13,2 °C. A precipitação média anual é de 1.800 mm (EMBRAPA, 2017). O solo da área experimental pertence à Unidade de Mapeamento Passo Fundo, caracterizado como Latossolo Vermelho distrófico típico (STRECK et al., 2008). No Anexo I constam as médias mensais das temperaturas máximas, médias e mínimas; no Anexo II o acumulado de horas de frio  $\leq 7,0$  °C e  $\leq 10,0$  °C, em 2015 e 2016; e nos Anexos III e IV as médias mensais de precipitação pluvial e umidade relativa do ar, respectivamente, conforme dados fornecidos pela Embrapa Trigo (EMBRAPA, 2017).

### **3.2 Tratamentos e deliencamento experimental**

O trabalho constou da avaliação, durante os três primeiros ciclos vegetativos após o plantio (2014/15, 2015/16 e 2016/17), da combinação de dezenove (19) porta-enxertos de Prunus e híbridos (Tabela 1) enxertados com a cultivar de pessegueiro Barbosa,

comparadas as combinações com a cultivar Barbosa autoenraizada. O delineamento foi em blocos ao acaso, com três repetições e uma planta por parcela.

Tabela 1 - Combinações de porta-enxertos de *Prunus* e híbridos enxertados com a cultivar de pessegueiro Barbosa, comparadas com a copa autoenraizada, avaliadas nos três primeiros ciclos vegetativos em Unidade de Observação localizada em Passo Fundo, RS

<b>Porta-enxertos</b>	<b>Espécie/Híbrido</b>
Barbosa autoenraizado	<i>Prunus persica</i>
Barrier 1	<i>Prunus persica</i> x <i>Prunus davidiana</i>
Cadaman	<i>Prunus persica</i> x <i>Prunus davidiana</i>
Capdeboscq	<i>Prunus persica</i>
Clone 15	<i>Prunus mume</i>
Flordaguard	‘Chico 11’ x <i>Prunus davidiana</i>
G x N.9	<i>Prunus persica</i> x <i>Prunus dulcis</i>
Genovesa	<i>Prunus salicina</i>
I-67-52-4	<i>Prunus persica</i>
Ishtara	( <i>P. cerasifera</i> x <i>P. salicina</i> ) x ( <i>P. cerasifera</i> x <i>P. persica</i> )
Marianna 2624	<i>Prunus cerasifera</i> x <i>Prunus munsoniana</i>
Mexico F1	<i>Prunus persica</i>
Mirabolano 29C	<i>Prunus cerasifera</i>
Nemared	<i>Prunus persica</i>
Okinawa	<i>Prunus persica</i>
Rigitano	<i>Prunus mume</i>
Santa Rosa	<i>Prunus salicina</i>
Tsukuba-1	<i>Prunus persica</i>
Tsukuba-2	<i>Prunus persica</i>
Tsukuba-3	<i>Prunus persica</i>

### 3.3 Produção das mudas

A produção das mudas foi realizada pelo Viveiro Frutplan Mudas Ltda., localizado na Colônia Ramos, 3º Distrito de Pelotas-RS. Foi utilizado o pessegueiro cultivar Barbosa, multiplicado por estacas (autoenraizado) e enxertado por borbulhia sobre porta-enxertos também produzidos por estaquia. As estacas, enraizadas em estufa com nebulização intermitente, foram coletadas de matrizes selecionadas, disponibilizadas pela Embrapa Clima Temperado. As mudas foram produzidas com torrão, acondicionado em

embalagem plástica, utilizando substrato comercial. As técnicas de propagação, portanto, permitiram reproduzir as características genéticas das matrizes.

A copa escolhida foi a cultivar Barbosa por exigir um acumulado de frio hibernal superior a 400-500 horas  $\leq 7,2$  °C, com maior chance de não sofrer com geadas tardias, frequentes na região de estudo. Conforme Hoffmann et al. (2003), a cultivar produz frutos para consumo *in natura*, ou seja, frutos de tamanho grande, caroço solto, polpa branca e doce, além de intensa coloração da epiderme (40 a 90%). A produtividade é alta, superior a 50 kg/planta. A plena floração ocorre na terceira dezena de agosto ou no início de setembro. A colheita é entre final de dezembro e início de janeiro.

### **3.4 Plantio e tratos culturais**

Para o preparo da área foram coletadas amostras do solo, cujo resultado foi analisado e interpretado seguindo as recomendações do Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (MANUAL, 2004). A incorporação do calcário dolomítico, fósforo e potássio foi realizada mediante subsolagem, aração e gradagem. As adubações foram feitas com nitrogênio em cobertura, sem incorporação para preservar a integridade das raízes

O plantio foi realizado em agosto de 2014, no espaçamento de 5 m x 2 m, em covas de 30 x 30 x 30 cm, sendo tutoradas as mudas individualmente. Considerando que a maioria das mudas apresentava pequeno porte, o procedimento adotado foi de conduzir, inicialmente, a haste principal até atingir em torno de 80 cm, para rebaixar na altura de 50 cm. O sistema de condução adotado foi o “Y duplo”, com uma perna primária voltada para cada lado das entrelinhas, e posterior duplicação, formando duas pernas secundárias (Figura 1).

Figura 1 - Unidade de Observação ao final do 3º ciclo vegetativo, conduzidas as plantas no sistema em “Y duplo”. Passo Fundo, 2017



Fonte: Alexandre Augusto Nienow.

Os tratamentos fitossanitários foram realizados de acordo com as necessidades da cultura para o controle de doenças, como a podridão parda (*Monilinia fructicola*), e pragas, principalmente a Mariposa Oriental (*Grapholita molesta*), mediante monitoramento permanente do pomar. As adubações foram feitas com Nitrogênio em cobertura, sem incorporação para preservar a integridade das raízes.

### **3.5 Análises bioquímicas**

#### **3.5.1 Obtenção dos extratos de folhas**

A amostragem foi realizada em quatro épocas, sendo duas no 2º ciclo vegetativo (janeiro e março de 2016) e duas no 3º ciclo vegetativo (outubro e dezembro de 2016). As amostras constaram de 6 folhas por planta, coletando folhas completamente desenvolvidas do terço médio dos ramos, de ambos os lados das plantas conduzidas em Y, livres de doenças. As folhas foram acondicionadas em sacos de polietileno e mantidas

em caixas de isopor com gelo até a chegada ao Laboratório de Virologia Vegetal da FAMV-UPF, onde foram realizadas as análises.

Para a determinação da peroxidase foi utilizado o método de Allain et al. (1974). O extrato enzimático foi obtido pela homogeneização de 200 mg de matéria fresca de folha, macerada com 2 mL de tampão fosfato de potássio, com auxílio de um pistilo, em cadinho de porcelana, seguido de centrifugação por 3 minutos a 3.000 rpm, a 4 °C.

O sistema de reação continha 0,5 mL de extrato enzimático; 0,5 mL de tampão fosfato de potássio 0,2 M pH 6,7; 0,5 mL de solução de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30%; e 0,5 mL de solução de diclorofenol e aminoantipirina (163 mg de diclorofenol + 81,3 mg de aminoantipirina em 100 mL de H<sub>2</sub>O).

### 3.5.2 Obtenção dos extratos de casca

Foram coletados separadamente, do porta-enxerto e do enxerto, em outubro de 2016, em torno de 0,25 cm<sup>2</sup> de casca. Para a determinação dos parâmetros bioquímicos seguiu-se a mesma metodologia utilizada para as folhas, porém para obtenção dos extratos foram pesados 100 mg de casca e, em cadinhos de porcelana, procedeu-se a maceração das amostras com o auxílio do pistilo e de nitrogênio líquido (Figura 2).

Figura 2 - Maceração da casca do porta-enxerto e do enxerto para a obtenção dos extratos. Passo Fundo, 2017



### 3.5.3 Determinação da atividade da peroxidase

Os tubos foram incubados em banho maria a 30 °C, por 3 minutos, sendo a reação interrompida pela adição de 2 mL de etanol absoluto. Após agitação, efetuou-se a leitura em espectrofotômetro a 505 nm. A atividade da peroxidase foi expressa em  $\mu\text{mol}$  de  $\text{H}_2\text{O}_2/\text{min}/\text{mg}$  de proteína (Equação 1):

$$U = L * VT \quad (\text{Equação 1})$$

sendo: U = unidade da atividade da peroxidase; L = leitura (em absorbância), assumindo o valor 6,58; VT = volume total da reação (2 mL). O valor de U dividiu-se pelo teor de proteínas solúveis da amostra correspondente, obtendo-se a atividade da peroxidase em cada minuto da reação por miligramas de proteínas.

### 3.5.4 Determinação da concentração de proteínas solúveis

Para a determinação dos teores de proteínas utilizou-se o método de Bradford (1976). O extrato bruto foi o mesmo utilizado para a determinação da peroxidase, descrito no item 3.4.3. Para proceder a análise utilizou-se 0,1 mL de extrato diluído em solução tampão, para ajuste das leituras e 5,0 mL do reativo de Bradford, seguido de repouso por cinco minutos. As leituras foram feitas em espectrofotômetro a 595 nm e comparadas com a curva padrão de caseína.

### 3.5.5 Determinação da concentração de açúcares solúveis totais

Os açúcares solúveis totais foram determinados utilizando o método do ácido fenol-sulfúrico (DUBOIS et al., 1956). O extrato bruto foi o mesmo utilizado para a determinação da peroxidase, descrito no item 3.4.3. O meio de reação continha 0,5 mL do extrato bruto, 0,5 mL de tampão fosfato de potássio 0,2 M pH 6,7, 0,5 mL de fenol 5% e 2,5 mL de ácido sulfúrico concentrado. Após agitação, os tubos foram mantidos em repouso por 20 minutos, e procedeu-se a leitura da absorbância a 490 nm. As leituras

foram comparadas com a curva padrão de glicose e os resultados expressos em mg de açúcares totais/g de massa fresca.

### 3.6 Crescimento do diâmetro do caule do porta-enxerto e do enxerto

A medição dos diâmetros foi realizada cinco centímetros (5 cm) acima e abaixo do ponto de enxertia, com paquímetro digital, por ocasião do plantio e ao final de cada ciclo vegetativo, em julho de 2015, 2016 e 2017, respectivamente aos 280, 640 e 800 dias. No caso das plantas autoenraizadas, as medições foram realizadas em duas alturas, correspondendo às alturas de medição do caule do porta-enxerto e do enxerto nas plantas enxertadas. A partir das medições foi calculado por meio do Incremento Periódico (IP) (Equação 2), Incremento Médio Periódico (IMP) (Equação 3), Incremento Anual (IA) (Equação 4) e Incremento Médio Anual (IMA) (Equação 5) (ENCINAS; SILVA; PINTO, 2005).

$$IP = D_f - D_i, \quad \text{(Equação 2)}$$

sendo:  $D_f$  o diâmetro final no 3º ciclo (julho/2017) e  $D_i$  o diâmetro inicial (plantio).

$$IMP = IP / t, \quad \text{(Equação 3)}$$

sendo:  $t$  = tempo total de avaliação (35 meses).

$$IA = D_f - D_i, \quad \text{(Equação 4)}$$

sendo:  $D_f$  e  $D_i$  a medida final e inicial em cada ciclo.

$$IMA = IA / t, \quad \text{(Equação 5)}$$

sendo:  $t$  os meses de avaliação em cada ciclo.

### 3.7 Período de floração

Considerando que a pesquisa ficou delimitada ao período de agosto/14 (plantio) a julho/17, ou seja, com as plantas ainda muito jovens, foi possível acompanhar o



florescimento apenas no segundo e terceiro ciclo. Como a produção de frutos foi muito reduzida, não foi avaliada a produção e o período de colheita. A avaliação do florescimento foi conduzida considerando como início da floração (IF) quando aproximadamente 5% das gemas floríferas estavam abertas e o final da floração (FF), quando as flores apresentavam em torno de 95% das pétalas caídas. A determinação das diferentes fases foi realizada avaliando visualmente os ramos e as plantas.

### **3.8 Análise estatística**

A comparação do diâmetro do porta-enxerto e do enxerto (copa) no plantio e ao final de cada ciclo vegetativo foi realizada submetendo os dados à análise de variância, assumindo o delineamento em parcelas subdivididas no tempo (parcela principal = porta-enxertos; subparcela = épocas de avaliação). Os dados de Incremento Periódico (IP) e Incremento Médio Periódico (IMP) do diâmetro, e em cada ciclo vegetativo do Incremento anual (IA) e do Incremento Médio Anual (IMA), foram submetidos à análise de variância no esquema fatorial (porta-enxertos x incrementos do porta-enxerto e enxerto). As diferenças entre médias foram comparadas pelo Teste Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

Os dados das análises bioquímicas nas folhas, em cada época de avaliação, foram submetidos à análise de variância e as diferenças entre médias comparadas pelo Teste Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. Os dados determinados na casca dos porta-enxertos e do enxerto foram submetidos à análise de variância, no esquema fatorial porta-enxertos x enxerto, realizando a comparação de médias pelo Teste de Scott-Knott.

Os parâmetros bioquímicos e o diâmetro dos porta-enxertos e do enxerto, determinados no 3º ciclo vegetativo em outubro/16, foram submetidos à análise de correlação de Pearson.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Mortalidade de plantas**

No decorrer dos três primeiros ciclos vegetativos houve mortalidade de plantas para algumas combinações de porta-enxerto e copa. A mortalidade foi de todas as plantas utilizando o porta-enxerto ‘Marianna 2624’, de 66,6% das plantas sobre ‘Clone 15’, ‘Nemared’ e ‘Santa Rosa’, e de 33,3% enxertadas sobre ‘Barrier 1’, ‘México F1’ e ‘Mirabolano 29C’, totalizando 12 plantas.

Situações de incompatibilidade entre porta-enxerto e enxerto é previsto ocorrer em estuam estudos envolvendo materiais genéticos tão diversos, inclusive porta-enxertos de espécies diferentes do enxerto, e híbridos. Mas afirmar que todas as plantas mortas foram em decorrência de incompatibilidade também não é apropriado, pois outros fatores, relacionados às condições climáticas (principalmente temperaturas, radiação solar e regime de chuvas), tratos culturais (ex: irrigação), qualidade das mudas, dentre outros, podem conduzir à morte de plantas.

As plantas mortas, em sua maioria, se caracterizaram por apresentar menor crescimento da copa, encarquilhamento e pontuações vermelhas nas folhas, evoluindo para a queda precoce das folhas e morte (Figura 3). Sintomas semelhantes foram observados por Rodrigues et al. (2001); Neves, Mayer e Ueno (2017); e Varago (2017), com cultivares de pessegueiros enxertados em ‘Mirabolano 29C’ e ‘Marianna 2624’, que nesses casos estariam efetivamente relacionadas com incompatibilidade entre as partes.

Figura 3 - Sintomas observados nas folhas (encarquilhamento e pontuações vermelhas) da combinação copa/porta-enxerto 'Barbosa'/'Santa Rosa', com posterior morte da planta. Passo Fundo, 2017



Fonte: Alexandre Augusto Nienow.

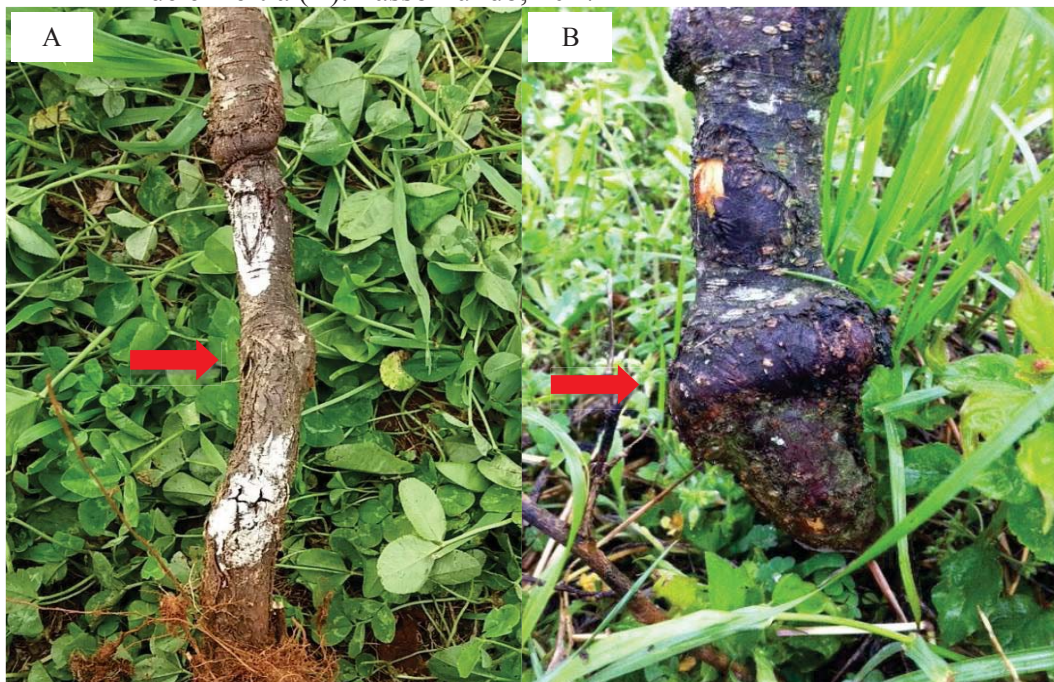
Os sintomas de incompatibilidade entre copa e porta-enxerto podem ser expressas por interrupção de crescimento da árvore e por prematura desfolhação (PINA; ERREA, 2005; USENIK; FABCIC; STAMPAR, 2006), causada por uma disfunção do floema (MOING; CARDE, 1988); redução do crescimento pela presença de tilacoides (SPERRY, 2003); alta atividade da peroxidase na oxidação dos compostos fenólicos (TAKAHAMA; ONIKI, 1997) e também, por alterações bioquímicas na interface enxerto/porta-enxerto (MOING; SALESSES; SAGLIO, 1987).

Um dos sintomas mais comuns de incompatibilidade é a hipertrofia no ponto de enxertia (MUSACCHI, 1996), que pode ocorrer em função da falta de simultaneidade na formação do xilema e floema entre copa e porta-enxerto, pois possuem diferentes taxas de crescimento do câmbio (RYUGO, 1993). A união do enxerto está associada a genes envolvidos no metabolismo secundário, na parede celular, em respostas ao dano e sinalização hormonal. Estas diferenças de expressão gênica foram associadas ao acúmulo de lignina, celulose e calose nas células do calo, no local de união do enxerto (MORENO et al., 2014). No entanto, a formação destes calos podem ser apenas eventos de

reorganização citoplasmática e deposição de material intrínsecos do processo de enxertia, e não sintomas de incompatibilidade (MOORE, 1984).

Nas plantas enxertadas sobre os umezeiros ‘Clone 15’ e ‘Rigitano’, o tronco apresentou excessiva diferença no crescimento do diâmetro do porta-enxerto e do enxerto (Figura 4A), com frequente engrossamento no ponto de enxertia (Figura 4B). Sintomas iguais ou semelhantes foram verificados por outros autores (PEREIRA; MAYER, 2005; GALARÇA et al., 2013; PEREIRA et al., 2015; VARAGO, 2017), prejudicando a produtividade (GALARÇA et al., 2013), fato que os autores atribuíram a um certo grau de incompatibilidade, podendo estar relacionado à origem botânica, uma vez que as cultivares de pessegueiro pertencem à espécie *Prunus persica*, enquanto o 'Umezeiro' à *Prunus mume*, porém não sendo possível assegurar, uma vez que as plantas sobreviveram.

Figura 4 - Plantas de pessegueiro ‘Barbosa’ enxertados sobre o umezeiro ‘Clone 15’ apresentando menor diâmetro do porta-enxerto (A) e engrossamento no ponto de enxertia (B). Passo Fundo, 2017



Fonte: Autor.

A formação da união do enxerto está associada à genes envolvidos no metabolismo secundário, na parede celular, em respostas ao dano e sinalização hormonal. Estas diferenças de expressão gênica foram associadas ao acúmulo de lignina, celulose e calose nas células do calo, no local de união das plantas enxertadas (MORENO et al., 2014). O nível de transcrição do gene que codifica a fenilalalanina amônia-liase aumentou sua atividade em *Prunus* incompatíveis, acumulando fenol (PINA; ERREA, 2008) e também carboidratos na parte superior da planta, devido à descontinuidade nos vasos do xilema e do floema, que provocam anomalias histológicas e vasculares (ZARROUK et al., 2010).

A maioria das mortes ocorreu no 1º e 2º ciclo após o plantio, sendo verificada, ao final do 3º ciclo, após a fase de queda das folhas, a morte das últimas plantas, enxertadas sobre ‘Marianna 2624’ e ‘Santa Rosa’. A hipótese é de que, nos casos que se confirme tratar-se de incompatibilidade, a mesma seja do tipo translocada, que se caracteriza pela fraca união ou ruptura entre as duas partes dos câmbios e sistema vascular. Conforme Moreno et al. (1993), quando a incompatibilidade é expressa no primeiro ano de crescimento, ocorre a partir do segundo ano a expressão de sintomas visíveis nas folhas, modificações nas taxas de crescimento, na massa seca de folha e teor de pigmento das folhas. Portanto, a variação observada durante o primeiro ano, é possível ser resultado de uma expressão tardia de incompatibilidade.

A morte por incompatibilidade de plantas da mesma combinação em diferentes tempos foi atribuída por Moing, Salesses e Saglio (1987) às seguintes possibilidades: à preparação do material vegetal, como o controle insuficiente de fatores que afetam as estacas para a obtenção dos porta-enxertos antes e após o enraizamento; a técnica de estaquia e de enxertia; e características das gemas enxertadas. Além disso, as condições edafoclimáticas podem alterar a relação copa/porta-enxerto no campo.

Analisando pontos distantes na planta, estudos têm relacionado o desenvolvimento das plantas enxertadas com sinais de silenciamento de genes, que podem ser transmitidos pelo enxerto, resultando na sua transformação (MUDGE et al.,

2009), no sentido ascendente (BROSNAN et al., 2007) e descendente (MOLNAR et al., 2010). No entanto, a ocorrência de um composto que supostamente se origina, por exemplo, no meristema apical, e em um órgão distante, como as raízes, não prova seu transporte vascular, já que este composto também pode ser sintetizado no órgão receptor (GOLDSCHMIDHT, 2014). Desta forma, não existe uma razão óbvia para que uma união de enxerto viável e fisiologicamente funcional possa interferir no transporte vascular regular de longa distância.

Estudos no ponto de enxertia concluíram que a compatibilidade ou incompatibilidade decorre de uma forma de estresse oxidativo, que se dá na transcrição de genes antioxidantes. Nas combinações incompatíveis estaria presente um sistema antioxidante menos eficiente, ou a produção de tipos de células inadequadas, ou a produção de espécies reativas de oxigênio (ERRO), que não conseguem a união adequada do enxerto nos estágios iniciais de desenvolvimento (IRISARRI et al., 2015).

## **4.2 Análise bioquímica das folhas e da casca**

### **4.2.1 Peroxidase**

A atividade de peroxidase nas folhas do pessegueiro ‘Barbosa’, enxertado sobre diferentes porta-enxertos, não diferiu nas determinações realizadas em janeiro do 2º ciclo vegetativo, e outubro e dezembro do 3º ciclo (Tabela 2), épocas de elevada atividade fisiológica e crescimento vegetativo, com concentrações médias, respectivamente, de 9,5, 12,3 e 12,6  $\mu\text{mol}$  de  $\text{H}_2\text{O}_2$  decomposto por min/mg de proteína. Porém, em março do 2º ciclo, com as plantas ainda enfolhadas, mas iniciando a dormência, período marcado pela gradativa alteração e redução da atividade fisiológica, a maior atividade enzimática foi determinada nas plantas enxertadas sobre ‘Flordaguard’, seguidas daquelas sobre ‘I-67-52-4’, ‘Clone 15’, ‘Santa Rosa’, ‘Ishtara’, ‘Cadaman’, ‘México F1’ e Rigitano’, superior à atividade determinada nas folhas da copa autoenraizada.

Tabela 2 - Atividade de peroxidase em folhas do pessegueiro ‘Barbosa’ enxertado sobre dezoito porta-enxertos, e da copa autoenraizada, no 2º ciclo vegetativo (janeiro e março/16) e no 3º ciclo vegetativo (outubro e dezembro/16). Passo Fundo, 2017

Porta-enxertos	Peroxidase em folhas ( $\mu\text{mol}$ de $\text{H}_2\text{O}_2$ decomposto por min/mg de proteína)			
	Avaliações no 2º ciclo		Avaliações no 3º ciclo	
	05/01/16	30/03/16	16/10/16	18/12/16
Autoenraizada	8,7 <sup>ns</sup>	11,4 c	14,5 <sup>ns</sup>	13,7 <sup>ns</sup>
Flordaguard	10,2	39,7 a	10,9	13,7
I-67-52-4	9,1	24,9 b	12,3	14,4
Clone 15	11,3	21,3 b	10,2	-
Santa Rosa	8,6	21,1 b	13,2	10,2
Ishtara	9,1	20,3 b	12,6	14,5
Cadaman	11,5	18,3 b	11,7	12,4
México F1	9,2	17,1 b	10,2	11,0
Rigitano	8,7	16,5 b	15,6	15,9
Genovesa	9,3	15,4 c	13,1	12,6
Mirabolano 29c	8,9	14,7 c	14,6	10,2
G x N9	8,6	12,4 c	14,2	11,8
Tsukuba-1	10,4	11,9 c	9,3	11,2
Barrier 1	10,2	11,9 c	11,6	10,9
Capdeboscq	8,7	10,6 c	9,7	10,7
Tsukuba-2	9,1	10,3 c	12,2	13,0
Tsukuba-3	10,6	9,6 c	12,3	13,2
Okinawa	9,7	8,9 c	12,5	11,9
Marianna 2624	8,0	-	-	-
Médias	9,5	16,5	12,3	12,6
C.V. (%)	12,8	31,74	25,21	16,46

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. <sup>ns</sup> – não significativo pelo teste F.

Dentre as plantas com maior atividade de peroxidase destacaram-se, na análise de março, as enxertadas sobre ‘Clone 15’ e ‘Santa Rosa’, que tiveram duas plantas mortas ainda no 1º e 2º ciclo vegetativo. No 3º ciclo houve a morte de outra planta enxertada sobre ‘Santa Rosa’. Importante destacar que, invertendo a posição da cultivar enxertada e do porta-enxerto, é possível que a mortalidade não ocorra, como verificado por Rodrigues et al. (2001), ao enxertar a ameixeira ‘Santa Rosa’ em porta-enxertos de

pessegueiro e ameixeira. Aliás, no Brasil, as ameixeiras são enxertadas sobre porta-enxertos de pessegueiro, inclusive a ‘Santa Rosa’.

Enxertos sobre ‘Marianna 2624’ foram avaliados apenas na primeira coleta (janeiro do 2º ciclo), em virtude da posterior morte de todas as plantas. Rodrigues et al. (2001) relacionaram a incompatibilidade dos enxertos de pessegueiros sobre ‘Marianna’ e ‘Mirabolano’ com a alta atividade de peroxidase e maiores concentrações de fenóis. No presente estudo, até o 3º ciclo vegetativo, não houve evidências de incompatibilidade entre o porta-enxerto ‘Mirabolano 29C’ e ‘Barbosa’.

A evidência de maior atividade de peroxidase nas determinações de início do outono (março), para a maioria das combinações, comparativamente com a verificada em pleno crescimento vegetativo (janeiro/16), concorda com os resultados obtidos com pessegueiros por Marafon et al. (2009) e Zarrouk et al. (2010), ao concluírem que a atividade de peroxidase é maior durante a dormência, em relação ao período vegetativo. As catalases e as peroxidases aumentam abruptamente durante os primeiros estágios de aclimação ao frio, sugerindo que a catalase está envolvida na remoção de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, sendo produzida durante as reações de síntese de proteínas, organelas e ATP (MARAFON et al., 2009).

Analisada a atividade enzimática na casca do caule em outubro/16, abaixo e acima do ponto de enxertia (Tabela 3), verificou-se a existência de maior atividade no porta-enxerto ‘Genovesa’, seguido de ‘Tsukuba-3’, ‘Capdeboscq’, ‘Ishtara’, ‘Santa Rosa’ e ‘México F1’, inclusive em relação ao seu enxerto e à copa autoenraizada. ‘Tsukuba-1’ não se destacou entre os porta-enxertos com maior atividade de peroxidase, mas se mostrou superior em relação ao enxerto. Nas demais combinações, a atividade no porta-enxerto e no enxerto não diferiram.

A atividade enzimática determinada na casca do enxerto não apresentou variações significativas em razão dos diferentes porta-enxertos (Tabela 3), concordando com os resultados obtidos nas folhas, que não diferiu em três das quatro épocas analisadas



(Tabela 2), não sendo possível apontar situações de incompatibilidade com base neste parâmetro.

Tabela 3 - Atividade da peroxidase, concentração de proteínas solúveis e de açúcares solúveis totais na casca do porta-enxerto e da copa de plantas do pessegueiro cultivar Barbosa enxertado sobre dezessete porta-enxertos e a cultivar autoenraizada no 3<sup>o</sup> ciclo vegetativo. Passo Fundo, 2017

Porta-enxertos	Atividade de peroxidase ( $\mu\text{mol}$ de $\text{H}_2\text{O}_2$ decomposto por min/mg de proteína)		Açúcares solúveis totais (mg de açúcares/g de massa fresca )		Proteínas solúveis (mg de proteínas/g de massa fresca)	
	PE	E	PE	E	PE	E
Autoenraizada	5,4 Ac	4,7 Aa	15,9 Ba	43,8 Aa	48,4 <sup>ns</sup>	55,2 <sup>ns</sup>
Genovesa	11,8 Aa	5,2 Ba	15,8 Ba	42,1 Aa	49,5	52,6
Capdeboscq	7,9 Ab	4,4 Ba	14,1 Ba	41,5 Aa	47,3	51,8
Ishtara	7,7 Ab	3,7 Ba	17,1 Ba	32,5 Ab	47,7	50,8
Tsukuba-3	8,8 Ab	4,0 Ba	23,1 Aa	32,2 Ab	48,0	52,0
Santa Rosa	7,3 Ab	3,7 Ba	23,4 Aa	25,5 Ab	49,4	50,1
Mexico F1	7,2 Ab	4,9 Ba	30,7 Aa	35,3 Ab	48,1	50,2
Mirabolano 29C	6,6 Ac	6,5 Aa	17,5 Ba	50,7 Aa	42,0	55,0
G x N9	5,6 Ac	4,3 Aa	7,6 Ba	43,2 Aa	47,9	48,9
Tsukuba-1	6,8 Ac	4,3 Ba	17,3 Ba	39,0 Aa	48,8	51,9
Tsukuba-2	4,8 Ac	3,7 Aa	21,8 Ba	40,0 Aa	44,6	50,8
Cadaman	4,4 Ac	4,8 Aa	24,7 Ba	39,7 Aa	43,9	55,2
Barrier 1	4,8 Ac	4,5 Aa	17,8 Ba	36,4 Aa	43,5	51,4
Clone 15	6,1 Ac	6,1 Aa	19,5 Aa	32,3 Ab	43,8	52,2
Rigitano	4,7 Ac	5,2 Aa	15,6 Aa	27,3 Ab	45,0	52,2
I-67-52-4	4,6 Ac	6,1 Aa	21,9 Aa	29,6 Ab	45,9	50,7
Flordaguard	4,8 Ac	4,4 Aa	28,7 Aa	26,9 Ab	46,4	51,6
Okinawa	5,6 Ac	5,8 Aa	16,5 Aa	28,8 Ab	47,6	55,6
Média	6,4	4,8	19,4	35,9	46,5 B	52,1 A
C.V. (%)	22,2		28,8		7,7	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e de mesma letra minúscula na coluna, não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade de erro. <sup>ns</sup> – não significativo pelo teste F.

Embora a atividade de peroxidase possa ser um parâmetro indicador de incompatibilidade entre as partes de uma planta enxertada, não é possível considerar este parâmetro isoladamente para afirmar ser a causa de morte ou menor desenvolvimento.

Por exemplo, plantas enxertadas sobre 'Flordaguard' (Tabela 2) e alguns outros porta-enxertos diferiram quanto à atividade da enzima na análise realizada em março, o que pode indicar ter ocorrido alguma alteração fisiológica, mas não necessariamente incompatibilidade, podendo a maior atividade da enzima ser interpretada como uma habilidade no sentido de auxiliar positivamente na adaptação das duas partes, reduzindo a concentração de peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), substância efetivamente tóxica aos tecidos.

Contudo, o aumento da atividade de peroxidase entre plantas incompatíveis foi constatado por vários autores. Trabalhos demonstram que o acúmulo de fenóis no ponto de enxertia aumenta a atividade das peroxidases (TAKAHAMA; ONIKI, 1997), provocando distúrbios nas ligações vasculares entre a copa e o porta-enxerto, inibindo a lignificação de células (GUR; BLUM, 1973). Os compostos fenólicos são produzidos intensamente no estabelecimento da união entre o porta-enxerto e o enxerto, estando presente nos processos de divisão, desenvolvimento e diferenciação celular, e em uniões incompatíveis, se movendo do vacúolo para o citoplasma. Como consequência da perda de compartimentos celulares, os fenóis fazem contato com enzimas oxidativas endógenas, permanecendo sujeitos à rápida oxidação e posterior polimerização (ZARROUK et al., 2010).

Em tomateiro, a atividade da peroxidase foi maior em plantas enxertadas, em comparação com não enxertadas (FERNÁNDEZ-GARCÍA; CARVAJAL; OLMOS, 2004). Zarrouk et al. (2010) identificaram incompatibilidade nas combinações de nectarineira cv. Summergrand com os porta-enxertos 'Damas GF 1869', 'Krymsk-1', 'Marianna 2624', 'Marianna GF 8-1' e 'Myrobalan GF 3-1', relatando maior atividade nestas combinações, em comparação com enxertos compatíveis. Níveis extremamente altos de compostos fenólicos foram encontrados em combinações incompatíveis de pereira (HUDINA et al., 2014).

Embora a atividade de peroxidase possa ser um indicador bioquímico de estresse, como afirmam Pisa, Lima e Brasil (2003), os resultados obtidos reforçam a percepção de

que não deve ser utilizada e generalizada para caracterização rápida da incompatibilidade, como concluíram D'Khili, Michaux-Ferriere e Grenan (1995), estudando combinações compatíveis e incompatíveis de videiras. Também Gökbayayrak et al. (2007) consideram que os testes enzimáticos apresentam desafios, pois a técnica de preparação, a análise e o órgão da planta, podem ter influência sobre os resultados, sendo que as enzimas são propensas às condições ambientais. Afirmam, ainda, que é complicado o uso de enzimas na predição da incompatibilidade do enxerto, porque os resultados são difíceis de interpretar.

#### **4.2.2 Açúcares solúveis totais**

O teor de açúcares solúveis totais não diferiu nas folhas do pessegueiro 'Barbosa', por efeito dos diferentes porta-enxertos, nas determinações realizadas em janeiro, março e dezembro (Tabela 4), apresentando, respectivamente, concentrações médias de 50,1, 26,7 e 25,1 mg de açúcares/g de massa fresca. Entretanto, em outubro, iniciando o 3º ciclo vegetativo, plantas enxertadas sobre dez porta-enxertos revelaram concentrações mais elevadas ('Santa Rosa', 'Flordaguard', 'Rigitano', 'Genovesa', 'Barrier 1', 'G x N9', 'I-67-52-4', 'Okinawa', 'Tsukuba-1' e 'Tsukuba-3'), superiores à copa autoenraizada.

No 2º ciclo vegetativo, a maior concentração de açúcares nas folhas foi em janeiro, no início do verão. Possivelmente porque neste período as plantas, ainda jovens e de pequena estatura, apresentavam folhas fotossinteticamente mais ativas, propiciando *superávit* na produção de açúcares, em relação à demanda para sustentar o crescimento e o metabolismo. Por sua vez, em março, no final do verão, com as plantas já se encaminhando para o início da dormência, a concentração foi mais baixa, em parte justificada, possivelmente, pela menor atividade fotossintética das folhas, mas também pela alteração da rota metabólica do amido e dos açúcares, direcionados para as gemas floríferas e vegetativas em formação, e posteriormente iniciar o florescimento e a brotação.

Analisando diferentes partes da planta, Marafon et al. (2007) observaram que, na fase de dormência, as plantas apresentam elevada concentração de amido nas gemas, intensificando a degradação do amido em açúcares na fase da saída de dormência, possivelmente para o fornecimento de glicose aos tecidos na retomada do crescimento ativo das gemas, florescimento e brotação.

Tabela 4 - Açúcares solúveis em folhas do pessegueiro ‘Barbosa’ enxertado sobre dezoito porta-enxertos, e da copa autoenraizada, no 2º ciclo vegetativo (janeiro e março/16) e no 3º ciclo vegetativo (outubro e dezembro/16). Passo Fundo, 2017

Porta-enxertos	Açúcares solúveis folhas (mg de açúcares/g de massa fresca)			
	2º ciclo vegetativo		3º ciclo vegetativo	
	05/01/16	30/03/16	16/10/16	18/12/16
Autoenraizada	49,2 <sup>ns</sup>	30,9 <sup>ns</sup>	38,4 b	29,6 <sup>ns</sup>
Santa Rosa	51,6	26,0	54,9 a	31,4
Flordaguard	47,2	29,3	54,7 a	25,1
Rigitano	55,4	27,6	54,1 a	29,2
Genovesa	49,8	31,7	53,6 a	28,9
Barrier 1	47,8	25,5	50,1 a	22,6
G x N9	43,9	26,0	47,7 a	25,7
I-67-52-4	51,6	28,7	45,5 a	28,9
Okinawa	66,6	23,0	45,4 a	22,3
Tsukuba-1	48,4	25,1	45,2 a	20,9
Tsukuba-3	46,8	25,7	50,8 a	20,6
Tsukuba-2	50,7	27,0	42,9 b	24,3
Ishtara	49,5	31,4	39,4 b	22,2
Mirabolano 29C	47,7	30,2	39,3 b	21,0
Cadaman	46,3	22,1	39,5 b	25,8
Clone 15	52,6	21,2	38,8 b	-
México F1	49,4	24,1	32,9 b	25,6
Capdeboscq	44,6	25,2	29,3 b	25,6
Marianna 2624	51,9	-	-	-
Médias	50,1	26,7	44,6	25,1
C.V. (%)	17,0	17,4	18,5	16,1

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. <sup>ns</sup> – não significativo pelo Teste F.

No 3º ciclo vegetativo, por sua vez, as maiores concentrações foram verificadas na determinação de outubro, no início do ciclo vegetativo. As folhas adultas iniciais amostradas, possivelmente, ainda não revelavam ocorrer maior demanda de açúcares pelos processos metabólicos envolvidos no crescimento das plantas, permitindo o maior acúmulo. Em dezembro, com as plantas mais desenvolvidas, a concentração mais baixa pode ser atribuída à maior demanda pelos pontos de crescimento e maior taxa respiratória, em especial à noite, por decorrência das temperaturas mais elevadas (Anexo 1).

No caule (Tabela 3), a concentração de açúcares foi maior na casca do enxerto, comparado com o porta-enxerto, ou não diferiu. Comparando os teores contidos na casca dos porta-enxertos, os resultados não revelaram diferenças. Já os teores na casca do enxerto foram superiores nas plantas enxertadas sobre ‘Mirabolano 29C’, ‘G x N9’, ‘Genovesa’, ‘Capdeboscq’, ‘Tsukuba-1’, ‘Tsukuba-2’, ‘Cadaman’ e ‘Barrier 1’, não diferindo os demais tratamentos.

A copa autoenraizada também apresentou menor concentração de açúcares na parte correspondente à estaca que deu origem à muda, que neste estudo, para efeito de comparação, consideramos equivalente à altura de amostragem da casca dos porta-enxertos, nas mudas enxertadas. A justificativa, possivelmente, esteja em alguma dificuldade parcial existente (plantas jovens) de redistribuição dos açúcares via elementos crivados do floema no ponto de brotação da estaca que deu origem à copa.

As práticas culturais também podem alterar os teores de açúcares em plantas, como costatado em trabalhos realizados com pereiras, estudando a irrigação (HUDINA; STAMPAR, 2000), a nutrição (HUDINA et al., 2003) e a condução dos ramos (ITO et al., 2004), e variando o espaçamento em cerejeiras (GONÇALVES et al., 2006).

#### **4.2.3 Proteínas solúveis**

Na casca do porta-enxerto e do enxerto (Tabela 3) os teores de proteína não diferiram, porém a concentração determinada na casca do enxerto foi maior que na do

porta-enxerto. Nas folhas também não foram verificadas diferenças significativas no conteúdo de proteínas (Tabela 5), destacando que, tanto na casca como nas folhas, os níveis de proteína nas combinações de porta-enxerto não diferiram da copa autoenraizada.

Comparando as concentrações verificadas na casca (Tabela 3) e nas folhas (Tabela 5), o maior conteúdo de proteínas foi constatado nas folhas. As maiores concentrações de proteína nas folhas e na casca do enxerto (copa), quando comparadas com a casca do porta-enxerto, possivelmente podem ser justificadas pelo fato de que as folhas têm a capacidade de regular a concentração de proteínas e pigmentos dos centros de reação, e o tamanho dos complexos captadores de luz, a fim de maximizar a captação de luz em diferentes condições de luminosidade e, conseqüentemente, a taxa fotossintética (SMITH et al.,1990). Bacelar et al. (2006) enfatizam que alterações na quantidade de proteínas solúveis podem ser importantes para entender o impacto do estresse na síntese das mesmas, podendo uma baixa concentração estar relacionada com situações de estresse, ou ocorrer um aumento da concentração devido à maior atividade de determinadas enzimas.

Foram identificadas proteínas solúveis nos exsudatos de floema, RNA e hormônios em resposta à compatibilidade ou incompatibilidade de plantas enxertadas. As moléculas de proteínas, em contato com células opostas liberam exsudatos, e as proteínas liberadas dos citoplasmas formam um complexo catalítico para a formação de enxertos bem sucedidos (PINA; ERREA, 2005). Quando este complexo não é formado, por diferenças entre as células em contato, um tipo especial de proteína, a lecitina, é produzida e seu acúmulo induz à rejeição dos tecidos, conduzindo à incompatibilidade. Quando o fluxo de seiva se estabelece rapidamente estes elementos não se acumulam ou são redistribuídos em toda planta (YEOMAN; BROWN, 1976). Outra causa de insucesso de enxertia pode estar relacionada à presença de quinonas e polímeros originados da oxidação de enzimas endógenas, que protegem as proteínas celulares (HUDINA et al., 2014).

Tabela 5 - Proteínas solúveis em folhas do pessegueiro ‘Barbosa’ enxertado sobre dezoito porta-enxertos, e da copa autoenraizada, no 2º ciclo vegetativo (janeiro e março/16) e no 3º ciclo vegetativo (outubro e dezembro/16). Passo Fundo, 2017

Porta-enxertos	Proteínas solúveis em folhas (mg de proteínas/g de massa fresca)			
	2º ciclo vegetativo		3º ciclo vegetativo	
	05/01/16	30/03/16	16/10/16	18/12/16
Autoenraizada	79,3 <sup>ns</sup>	70,0 <sup>ns</sup>	62,9 <sup>ns</sup>	61,7 <sup>ns</sup>
Marianna 2624	66,0	-	-	-
Ishtara	76,0	70,5	62,3	60,2
Capdeboscq	72,5	72,1	63,4	62,4
Genovesa	74,1	68,8	68,5	65,4
G x N9	74,2	77,0	65,6	60,0
Tsukuba-3	75,3	80,5	63,0	59,8
Tsukuba-1	76,1	65,6	63,5	57,7
Mirabolano 29C	76,3	78,2	63,0	74,5
I-67-52-4	76,7	83,7	65,9	62,7
Clone 15	76,9	67,3	58,7	-
Flordaguard	77,9	76,0	65,0	59,4
Cadaman	78,8	75,0	66,5	60,6
México F1	79,8	80,2	61,2	62,4
Okinawa	79,9	78,6	62,5	65,7
Santa Rosa	80,2	72,2	66,0	62,1
Tsukuba-2	82,2	74,0	65,6	60,7
Barrier 1	83,7	73,2	73,8	65,3
Rigitano	84,2	82,9	60,5	63,8
Médias	77,4	74,8	64,3	62,6
C.V. (%)	9,8	10,1	6,8	7,1

<sup>ns</sup> – não significativo pelo Teste F a 5% de probabilidade de erro.

Outros métodos foram pesquisados no sentido de utilizar as proteínas como forma de diagnóstico de compatibilidade. Comparando espectros de proteínas em porta-enxertos e enxertos de videiras, pelo método de eletroforese, constantes de compatibilidade obtidas a partir dos perfis de fosfatase ácida e proteína total foram usadas para predição precoce de incompatibilidade (GÖKBAYRAK et al., 2007). Pina e Errea (2008) identificaram a proteína UGPase envolvida no processo de compatibilidade em combinações enxertando o damasco cv. Moniqui (*Prunus armeniaca* L.) em ameixeira ‘Marianna 2624’ (*Prunus*

*cerasifera* × *Prunus munsoniana*). A transcrição do RNAm da UGPase e a atividade enzimática foram diminuídas na combinação incompatível.

### 4.3 Crescimento do diâmetro do porta-enxerto e do enxerto

Para as avaliações de crescimento do diâmetro do porta-enxerto e do enxerto foram descartados os dados referentes aos porta-enxertos que apresentaram duas ou três plantas mortas, ou seja, ‘Marianna 2624’, ‘Clone 15’, ‘Nemared’ e ‘Santa Rosa’.

O diâmetro de todos os porta-enxertos e da copa autoenraizada aumentou significativamente em todos os três ciclos avaliados (Tabela 6). No 1º ciclo vegetativo não foram verificadas diferenças significativas entre os porta-enxertos e a copa autoenraizada, diferentemente do constatado por Souza (2014), ao verificar que plantas da cv. Maciel autoenraizadas apresentaram maior incremento de diâmetro no primeiro ano de crescimento. Ao final do 2º ciclo, apresentaram maior diâmetro os porta-enxertos ‘Okinawa’, ‘Flordaguard’, ‘México F1’, ‘Mirabolano 29C’, ‘Tsukuba-2’, ‘Tsukuba-3’ e a copa autoenraizada. No final dos três primeiros ciclos vegetativos (julho/2017), além dos seis porta-enxertos citados e da copa autoenraizada, outros três porta-enxertos (‘Tsukuba-1’, ‘Capdeboscq’ e ‘Cadaman’) passaram a integrar o grupo de maior diâmetro. Os porta-enxertos com menor diâmetro foram ‘I-67-52-4’, ‘G x N9’, ‘Rigitano’, ‘Genovesa’, ‘Barrier 1’ e ‘Ishtara’.

Com relação ao diâmetro do caule do enxerto, primeiramente é necessário ressaltar que as mudas, por ocasião do plantio, apresentavam um porte inferior ao desejável, com reduzido diâmetro, entre 3,8 e 8,2 mm. Esta condição exigiu que fosse, inicialmente, mantido o crescimento em altura da haste principal, realizando mais tarde o encurtamento na altura de 40 cm do solo, para estimular as duas brotações no sentido das entrelinhas e dar início à condução do sistema em Y. A condição inicial das mudas e a decisão por esse procedimento ocasionou, de modo geral, um retardamento do crescimento das plantas e do porte esperado para três anos.



Tabela 6 - Diâmetro (5 cm abaixo do ponto de enxertia) do caule de quinze porta-enxertos enxertados com o pessegueiro ‘Barbosa’, e da copa autoenraizada, no plantio e ao final dos três primeiros ciclos vegetativos, aos 280, 640 e 800 dias após o plantio. Passo Fundo, 2017

Porta-enxertos	Diâmetro do porta-enxerto (mm)			
	Dias após o plantio			
	Plantio (09/14)	280 (07/15)	640 (07/16)	800 (07/17)
Autoenraizada	10,6 Da	31,1 Ca	49,0 Ba	67,0 Aa
Okinawa	7,8 Da	28,2 Ca	50,4 Ba	72,3 Aa
Flordaguard	7,1 Da	24,1 Ca	47,9 Ba	71,5 Aa
Tsukuba-2	7,2 Da	19,2 Ca	44,1 Ba	68,4 Aa
Tsukuba-1	6,7 Da	22,1 Ca	38,4 Bb	66,0 Aa
Capdeboscq	7,1 Da	24,6 Ca	38,6 Bb	64,2 Aa
Tsukuba-3	8,1 Da	22,0 Ca	41,5 Ba	63,9 Aa
México F1	8,7 Da	27,5 Ca	45,8 Ba	62,6 Aa
Mirabolano 29C	9,8 Da	32,9 Ca	44,8 Ba	60,1 Aa
Cadaman	7,7 Ca	19,9 Ca	39,7 Bb	59,9 Aa
I-67-52-4	5,9 Da	22,8 Ca	35,0 Bb	53,2 Ab
Genovesa	9,0 Da	25,2 Ca	37,7 Bb	49,0 Ab
G x N.9	8,8 Ca	17,3 Ca	26,0 Bb	47,0 Ab
Rigitano	7,6 Da	23,8 Ca	33,5 Bb	46,8 Ab
Barrier 1	8,5 Da	22,3 Ca	35,2 Bb	44,9 Ab
Ishtara	7,5 Da	18,7 Ca	30,5 Bb	42,2 Ab
Média	8,0	23,9	39,9	58,7
CV1 (%)		31,3		
CV2 (%)		17,1		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e de mesma letra minúscula na coluna, não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade de erro. CV1 - parcela principal (porta-enxertos); CV2 – subparcela (épocas de avaliação).

O diâmetro do enxerto, concluído o 1º ciclo, foi maior maior em plantas enxertadas sobre nove porta-enxertos ‘Okinawa’, ‘Flordaguard’, ‘México F1’, ‘Tsukuba-1’, ‘Tsukuba-3’, ‘Capdeboscq’, ‘Rigitano’, ‘Mirabolano 29C’ e ‘Genovesa’, não diferindo da copa autoenraizada (Tabela 7). No 2º ciclo, enxertos de maior diâmetro foram verificados sobre ‘Okinawa’, ‘Tsukuba-2’, ‘Flordaguard’, ‘México F1’, ‘Tsukuba 1’, ‘Tsukuba 3’, ‘Rigitano’, ‘Mirabolano 29C’, não diferindo da copa autoenraizada, se mantendo com maior diâmetro até o final do 3º ciclo, com exceção das copas sobre ‘Tsukuba 3’, ‘Rigitano’ e ‘Mirabolano 29C’.

Tabela 7 - Diâmetro (5 cm acima do ponto de enxertia) do caule do pessegueiro ‘Barbosa’ enxertado sobre quinze porta-enxertos, e da copa autoenraizada, no plantio e ao final dos três primeiros ciclos vegetativos, aos 280, 640 e 800 dias após o plantio. Passo Fundo, 2017

Porta-enxertos	Diâmetro do enxerto (mm)			
	Dias após o plantio			
	Plantio (09/14)	280 (07/15)	640 (07/16)	800 (07/17)
Autoenraizada	7,3 Da	26,8 Ca	45,5 Ba	60,2 Aa
Okinawa	4,5 Da	26,9 Ca	49,0 Ba	66,6 Aa
Tsukuba-2	5,6 Da	17,6 Cb	43,7 Ba	65,0 Aa
Flordaguard	5,3 Da	22,6 Ca	44,0 Ba	63,4 Aa
México F1	8,2 Da	25,6 Ca	43,4 Ba	61,9 Aa
Tsukuba-1	4,9 Da	21,8 Ca	38,2 Ba	59,5 Aa
Capdeboscq	4,8 Da	23,2 Ca	36,5 Bb	54,5 Ab
Tsukuba-3	5,7 Da	21,1 Ca	38,3 Ba	54,4 Ab
Rigitano	4,2 Da	25,0 Ca	40,7 Ba	54,1 Ab
Cadaman	3,9 Da	15,2 Cb	35,2 Bb	52,8 Ab
Mirabolano 29C	7,8 Da	27,0 Ca	41,1 Ba	52,0 Ab
I-67-52-4	4,2 Da	17,4 Cb	33,2 Bb	50,0 Ab
Genovesa	5,7 Da	21,2 Ca	35,2 Bb	47,2 Ac
Ishtara	4,9 Da	18,3 Cb	28,7 Bc	40,2 Ad
Barrier 1	6,3 Da	19,6 Cb	29,5 Bc	39,4 Ad
G x N9	5,2 Ca	15,6 Bb	22,5 Bc	38,1 Ad
Média	5,5	21,5	37,8	53,7
CV1 (%)			32,1	
CV2 (%)			16,6	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, e de mesma letra minúscula na coluna, não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade de erro. CV1 - parcela principal (porta-enxertos); CV2 - subparcela (épocas de avaliação).

As combinações que apresentaram, após três ciclos vegetativos, simultaneamente maior crescimento do diâmetro do porta-enxerto e do enxerto foram as plantas enxertadas sobre ‘Okinawa’, ‘Tsukuba 1’, ‘Tsukuba-2’, ‘Flordaguard’ e ‘México F1’, sem diferir da copa autoenraizada. As plantas com menor crescimento do conjunto porta-enxerto e enxerto foram as enxertadas sobre ‘Ishtara’, ‘Barrier 1’ e ‘G x N9’ e ‘Genovesa’.

As avaliações foram relativas ao crescimento inicial das combinações, mas resultados encontrados por outros autores concordam, pelo menos em parte, com os

obtidos. Comiotto et al. (2013) também verificaram maior crescimento do tronco do pessegueiro ‘Maciel’ quando enxertado sobre ‘Okinawa’ e ‘Nemaguard’, e para ‘Chimarrita’ sobre ‘Nemaguard’ e ‘Flordaguard’. Varago (2017) constatou que os porta-enxertos ‘Okinawa’, ‘Flordaguard’, ‘México F1’ e ‘G x N.9’ induziram maior vigor à copa do pessegueiro ‘BRS Kampai’, não diferindo da copa autoenraizada. Nesse caso, a discordância é apenas em relação ao porta-enxerto ‘G x N9’, que no presente trabalho se mostrou menos vigoroso. Observou, ainda, baixa indução de vigor à copa com ‘Marianna 2624’, ‘Mirabolano 29C’, ‘Genovesa’, ‘Santa Rosa’, ‘Ishtara’, todos porta-enxertos de ameixeira, concordando com os resultados obtidos.

A influência do porta-enxerto ‘Okinawa’ foi relatada em outras pesquisas. Enxertado o pessegueiro ‘Aurora-1’ sobre estacas herbáceas de ‘Okinawa’, as mudas apresentaram, no viveiro, maior crescimento em comparação com porta-enxertos de clones de umezeiro, sem diferenciar o diâmetro do tronco (MAYER; PEREIRA; BARBOSA, 2005), e plantadas no campo, ‘Okinawa’ se manteve promovendo maior crescimento vegetativo da copa e diâmetro do tronco (MAYER; PEREIRA; KOBAYASHI, 2006). Os resultados concordam com os obtidos no presente trabalho, uma vez que o ‘Okinawa’ se manteve entre os porta-enxertos mais vigorosos, o umezeiro ‘Rigitano’ promoveu médio desenvolvimento da copa e o umezeiro ‘Clone 15’ induziu a morte das plantas.

Quanto ao bom desempenho das mudas autoenraizadas, a justificativa está justamente na ausência de qualquer tipo de incompatibilidade, ficando a eficiência da planta exclusivamente na dependência de sua própria genética e adaptação às condições edafoclimáticas da região de plantio. Couvillon (1985) afirma que plantas autoenraizadas apresentam alta capacidade de absorção de nutrientes, uniformidade no crescimento de ramos e impossibilidade de morte por incompatibilidade. Nas plantas enxertadas, a união no ponto de enxertia dos tecidos vasculares podem influenciar o crescimento pelos efeitos na translocação de nutrientes e de fotoassimilados dos ramos para as raízes (PASA et al., 2011). Em cultivares de alto vigor ocorre menor acúmulo de ácido succínico no local do

enxerto, sendo atribuído a este fato a alta conectividade dos vasos xilemáticos (MACHADO et al., 2017).

O Incremento Periódico (IP) do diâmetro, determinado pela diferença entre a medida inicial (plantio) e ao final do 3º ciclo vegetativo, e o Incremento Médio Periódico (IMP) mensal do caule do porta-enxerto e do enxerto foram semelhantes para a mesma combinação (Tabela 8). As combinações que apresentaram maior IP e IMP das duas partes foram as enxertadas sobre ‘Okinawa’, ‘Tsukuba-1’, ‘Tsukuba-2’, ‘Tsukuba-3’, ‘Flordaguard’, ‘México F1’, ‘Capdeboscq’ e ‘Cadaman’, e a cultivar autoenraizada.

Apresentaram menor IP e IMP do porta-enxerto e do enxerto as combinações enxertadas sobre ‘I-67-52-4’, ‘Genovesa’, ‘Ishtara’, ‘Barrier 1’ e ‘G x N9’. As plantas sobre ‘Mirabolano 29C’ não apresentaram menor IP e IMP do porta-enxerto, mas o crescimento do enxerto se manteve no grupo daqueles de menor incremento. Por sua vez, o diâmetro do porta-enxerto ‘Rigitano’ apresentou menor IP, mas o diâmetro do enxerto se manteve no grupo de maior incremento.

As plantas enxertadas sobre o umezeiro ‘Rigitano’, com maior diâmetro do enxerto em relação ao porta-enxerto, e engrossamento no ponto de enxertia, são sintomas, segundo Pereira et al. (2015), possivelmente expressados pelo fato de enxertar pessegueiro (*Prunus persica*) sobre outra espécie, no caso o umezeiro (*Prunus mume*). Galarça et al. (2013) e Varago (2017) também observaram diferenças no diâmetro do porta-enxerto e do enxerto, com entumescimento no ponto de enxertia, porém não assegurando serem incompatíveis, pois as plantas sobreviveram.

Tabela 8 - Incremento Periódico (IP) e Incremento Médio Periódico (IMP) do diâmetro do caule 5 cm abaixo (PE) e acima do ponto de enxertia (E) do pessegueiro ‘Barbosa’ enxertado sobre quinze porta-enxertos, e da copa autoenraizada, após três ciclos vegetativos (setembro/14 a julho/2017). Passo Fundo, 2017

Porta-enxertos	Incremento Periódico (IP) (mm) (Df - Di)		Incremento Médio Periódico (IMP) (mm) (IP/t) *	
	PE	E	PE	E
Autoenraizada	56,3 Aa	52,9 Aa	1,6 Aa	1,5 Aa
Okinawa	64,5 Aa	62,1 Aa	1,8 Aa	1,8 Aa
Tsukuba-2	61,2 Aa	59,5 Aa	1,8 Aa	1,7 Aa
Flordaguard	64,4 Aa	58,2 Aa	1,8 Aa	1,7 Aa
Tsukuba-1	59,2 Aa	54,6 Aa	1,7 Aa	1,6 Aa
México F1	53,9 Aa	53,7 Aa	1,5 Aa	1,5 Aa
Rigitano	39,2 Ab	49,9 Aa	1,1 Ab	1,4 Aa
Capdeboscq	57,1 Aa	49,8 Aa	1,6 Aa	1,4 Aa
Cadaman	52,2 Aa	48,9 Aa	1,5 Aa	1,4 Aa
Tsukuba-3	55,8 Aa	48,7 Aa	1,6 Aa	1,4 Aa
Mirabolano 29C	50,2 Aa	44,2 Ab	1,4 Aa	1,3 Ab
I-67-52-4	47,3 Ab	45,9 Ab	1,4 Ab	1,3 Ab
Genovesa	39,9 Ab	41,5 Ab	1,1 Ab	1,2 Ab
Ishtara	34,7 Ab	35,3 Ab	1,0 Ab	1,0 Ab
Barrier 1	36,4 Ab	35,9 Ab	1,0 Ab	1,0 Ab
G x N9	38,2 Ab	32,9 Ab	1,1 Ab	1,0 Ab
Média	50,7	48,4	1,4	1,3
C.V. (%)	20,6		20,6	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. \* Di = diâmetro inicial; Df = diâmetro final; t = 35 meses.

No 1º ciclo vegetativo (Tabela 9), o maior IA e IMA do diâmetro do porta-enxerto e do enxerto foi apresentado pelas plantas enxertadas sobre ‘Okinawa’, ‘Mirabolano 29C’, ‘Capdeboscq’, ‘Flordaguard’, ‘México F1’, ‘I-67-52-4’, ‘Rigitano’ e ‘Tsukuba-1’, e pela copa autoenraizada. ‘Genovesa’ não diferiu dos porta-enxertos com maior incremento, mas o diâmetro do enxerto não se destacou entre os de maior crescimento.

Tabela 9 - Incremento Anual (IA) e Incremento Médio Anual (IMA) do diâmetro do caule 5 cm abaixo (PE) e acima do ponto de enxertia do pessegueiro ‘Barbosa’ enxertado sobre quinze porta-enxertos, e da copa autoenraizada, no 1º ciclo vegetativo. Passo Fundo, 2017

1º Ciclo vegetativo – setembro/14 a julho/15				
Porta-enxertos	IA (mm) (Df – Di) *		IMA (mm) (IA/t) *	
	PE	E	PE	E
Autoenraizada	20,4 Aa	19,5 Aa	1,9 Aa	1,8 Aa
Okinawa	20,4 Aa	22,4 Aa	1,9 Aa	2,0 Aa
Mirabolano 29C	23,1 Aa	19,2 Aa	2,1 Aa	1,8 Aa
Capdeboscq	17,5 Aa	18,4 Aa	1,6 Aa	1,7 Aa
Flordaguard	17,1 Aa	17,3 Aa	1,6 Aa	1,6 Aa
México F1	18,8 Aa	17,3 Aa	1,7 Aa	1,6 Aa
Rigitano	16,2 Aa	20,8 Aa	1,5 Aa	1,9 Aa
I-67-52-4	16,9 Aa	17,7 Aa	1,5 Aa	1,6 Aa
Tsukuba-1	15,3 Aa	16,9 Aa	1,4 Aa	1,5 Aa
Genovesa	16,2 Aa	15,5 Ab	1,5 Aa	1,4 Ab
Tsukuba-3	13,9 Ab	15,3 Ab	1,3 Ab	1,4 Ab
Barrier 1	13,7 Ab	13,3 Ab	1,2 Ab	1,2 Ab
Ishtara	11,2 Ab	13,4 Ab	1,0 Ab	1,2 Ab
Tsukuba-2	12,0 Ab	12,0 Ab	1,1 Ab	1,1 Ab
Cadaman	12,4 Ab	11,3 Ab	1,1 Ab	1,0 Ab
G x N9	8,5 Ab	10,3 Ab	0,8 Ab	0,9 Ab
Média	14,7	15,1	1,4	1,5
C.V. (%)	25,6		25,6	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e de mesma letra minúscula na coluna, não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. \* Di = diâmetro inicial; Df = diâmetro final; t = 11 meses.

No 2º ciclo vegetativo (Tabela 10), as plantas enxertadas sobre ‘Okinawa’, ‘Flordaguard’ e ‘México F1’, e a copa autoenraizada, se mantiveram com maior IA e IMA, se destacando, também, ‘Tsukuba-2’, ‘Tsukuba-3’ e ‘Cadaman’. Plantas enxertadas sobre ‘Tsukuba-1’ e ‘Rigitano’, embora os porta-enxertos não tenham se destacado com maior incremento, proporcionaram maior IA do enxerto.

Tabela 10 - Incremento Anual (IA) e Incremento Médio Anual (IMA) do diâmetro do caule 5 cm abaixo (PE) e acima do ponto de enxertia (E) do pessegueiro ‘Barbosa’ enxertado sobre quinze porta-enxertos, e da copa autoenraizada, no 2º ciclo vegetativo. Passo Fundo, 2017

2º Ciclo vegetativo – agosto/15 a julho/16				
Porta-enxertos	IA (mm) (Df – Di) *		IMA (mm) (IA/t) *	
	PE	E	PE	E
Autoenraizada	18,0 Aa	18,6 Aa	1,5 Aa	1,3 Aa
Tsukuba-2	24,8 Aa	26,0 Aa	2,1 Aa	2,2 Aa
Okinawa	22,2 Aa	22,0 Aa	1,9 Aa	1,8 Aa
Flordaguard	23,7 Aa	21,5 Aa	2,0 Aa	1,8 Aa
Cadaman	19,6 Aa	20,0 Aa	1,7 Aa	1,6 Aa
México F1	18,3 Aa	17,2 Aa	1,5 Aa	1,5 Aa
Tsukuba-3	19,5 Aa	17,2 Aa	1,6 Aa	1,4 Aa
Tsukuba-1	16,3 Ab	16,4 Aa	1,4 Ab	1,4 Aa
Rigitano	10,6 Ab	15,8 Aa	0,9 Ab	1,3 Aa
I-67-52-4	12,2 Ab	11,3 Ab	1,0 Ab	1,0 Ab
Mirabolano 29C	11,9 Ab	14,1 Ab	1,0 Ab	1,2 Ab
Genovesa	12,4 Ab	14,0 Ab	1,0 Ab	1,2 Ab
Capdeboscq	14,0 Ab	13,3 Ab	1,2 Ab	1,1 Ab
Ishtara	11,8 Ab	10,4 Ab	1,0 Ab	0,9 Ab
Barrier 1	12,9 Ab	9,9 Ab	1,1 Ab	0,8 Ab
G x N9	8,7 Ab	6,9 Ab	0,7 Ab	0,6 Ab
Média	16,0	15,9	1,3	1,3
C.V. (%)	32,8		32,8	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e de mesma letra minúscula na coluna, não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. \* Di = diâmetro inicial; Df = diâmetro final; t = 12 meses.

No 3º ciclo vegetativo (Tabela 11), se mantiveram em destaque, com maior IA e IMA do porta-enxerto e do enxerto, as plantas enxertadas sobre ‘Okinawa’, ‘Flordaguard’, ‘Tsukuba-2’, ‘Tsukuba-3’ e ‘Cadaman’, com destaque, também, para ‘Tsukuba-1’, ‘Capdeboscq’ e ‘G x N9’. As plantas sobre ‘I-67-52-4’, ‘Mexico F1’, ‘Rigitano’, ‘Barrier 1’, ‘Genovesa’, ‘Ishtara’ apresentaram menor incremento do porta-enxerto, não diferindo da medição feita na mesma altura na copa enraizada, mas o incremento do enxerto não diferiu. Apenas ‘Mirabolano 29C’ proporcionou menor incremento do enxerto.

Tabela 11 - Incremento Anual (IA) e Incremento Médio Anual (IMA) do diâmetro do caule 5 cm abaixo (PE) e acima do ponto de enxertia (E) do pessegueiro 'Barbosa' enxertado sobre quinze porta-enxertos, e da copa autoenraizada, no 3º ciclo vegetativo. Passo Fundo, 2017

3º Ciclo vegetativo – agosto/16 a julho/17				
Porta-enxertos	IA (mm) (Df – Di) *		IMA (mm) (IA/t) *	
	PE	E	PE	E
Autoenraizada	17,9 Ab	14,8 Aa	2,2 Ab	1,9 Aa
Tsukuba-1	27,3 Aa	21,3 Aa	3,4 Aa	2,7 Aa
Tsukuba-2	24,3 Aa	21,3 Aa	3,0 Aa	2,7 Aa
Flordaguard	23,6 Aa	19,4 Aa	3,0 Aa	2,4 Aa
Capdeboscq	25,6 Aa	18,0 Aa	3,2 Aa	2,3 Aa
Okinawa	21,9 Aa	17,7 Aa	2,7 Aa	2,2 Aa
Cadaman	20,2 Aa	17,6 Aa	2,5 Aa	2,2 Aa
I-67-52-4	18,2 Ab	16,8 Aa	2,3 Ab	2,1 Aa
Tsukuba-3	22,5 Aa	16,1 Aa	2,8 Aa	2,0 Aa
G x N9	21,0 Aa	15,7 Aa	2,6 Aa	2,0 Aa
Mirabolano 29C	15,3 Aa	10,9 Ab	1,9 Ab	1,4 Aa
México F1	16,8 Ab	18,5 Aa	2,1 Ab	2,3 Aa
Rigitano	12,4 Ab	13,3 Aa	1,6 Ab	1,7 Aa
Barrier 1	9,7 Ab	12,7 Aa	1,3 Ab	1,6 Aa
Genovesa	11,3 Ab	11,0 Aa	1,4 Ab	1,5 Aa
Ishtara	11,7 Ab	11,5 Aa	1,5 Ab	1,4 Aa
Média	18,7	16,1	2,3	2,0
C.V. (%)	37,8		37,8	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e de mesma letra minúscula na coluna, não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. \* Di = diâmetro inicial; Df = diâmetro final; t = 12 meses.

Os resultados confirmam que o uso de porta-enxertos com diferentes características bioagronômicas podem afetar o desenvolvimento das plantas, alterando atributos de crescimento, como o diâmetro do tronco. O comprimento dos ramos produtivos, comprimento dos ramos principais, acúmulo de matéria seca e volume de copa foram afetados (NÚÑEZ; MOURÃO FILHO; STUCHI, 2007; YILDIZ; DEMIRKESER; KAPLANKIRAN, 2013), parâmetros não determinados nessa pesquisa.



Apesar de alguns porta-enxertos reduzirem o crescimento e a produtividade, a qualidade das frutas não pode ser prejudicada. Plantas de menor porte podem se tornar mais eficientes em termos produtivos, em detrimento do crescimento vegetativo, os fotoassimilados são utilizados mais eficientemente para a produção de frutos, mas enxertadas sobre porta-enxertos ananizantes tem melhor aproveitamento dos recursos naturais disponíveis, como água e radiação solar (GONÇALVES et al., 2006; CANTUARIAS-AVILÉS et al., 2012; GULLO et al., 2014). Dessa forma, as plantas tornam-se mais eficientes em termos produtivos, uma vez que, em detrimento do crescimento vegetativo, os fotoassimilados são utilizados mais eficientemente para a produção de frutas (GONÇALVES et al., 2006).

A fruticultura moderna preconiza o adensamento de plantas, com o objetivo de reduzir os custos das operações e tratos culturais, a antecipação do início da produção e o alcance mais rápido da plena capacidade de produção, ou seja, a produtividade máxima dos pomares. Apesar de a utilização de porta-enxertos de menor vigor proporcionar características desejáveis em diversas espécies, alguns aspectos, tais como maior tolerância às doenças e à seca são obtidos quando se utiliza porta-enxertos de maior vigor. É possível que, ao considerar as características desejadas para o pomar comercial a ser implantado com cada cultivar, seja necessário definir o melhor porta-enxerto, levando em conta parâmetros fisiológicos e condições edafoclimáticas regionais, de modo a alcançar as características desejáveis nos frutos e melhoria da eficiência produtiva.

#### **4.4 Correlação de Pearson entre os parâmetros avaliados**

A análise de Pearson (Tabela 12) não revelou a existência de correlação significativa entre os parâmetros bioquímicos avaliados em outubro/16 e o diâmetro dos porta-enxertos e do enxerto, no 3º ciclo vegetativo. Correlação positiva foi demonstrada apenas entre o aumento da atividade de peroxidase e a concentração de proteína na casca dos porta-enxertos e dos enxertos. Também foi constatado que o aumento do diâmetro do porta-enxerto apresenta correlação com o maior crescimento do diâmetro do enxerto, fato esperado no presente estudo.

Tabela 12 - Coeficientes de correlação de Person entre parâmetros bioquímicos e o diâmetro do porta-enxerto e do enxerto, em plantas de pessegueiro 'Barbosa' enxertadas sobre dezoito porta-enxertos e a copa autoenraizada, em setembro/2016, no 3º ciclo vegetativo. Passo Fundo, 2017

Variáveis <sup>1</sup>	PROTcpe	PEXf	PROTf	AÇUf	DIAMpe	DIAMe	AÇUcpe	PEXce	PROTce	AÇUce
PEXcpe	0,56*	-0,09	-0,01	0,03	-0,13	-0,14	-0,12	-0,12	-0,09	0,18
PROTcpe		-0,08	-0,06	0,16	0,09	0,06	-0,08	-0,44	-0,28	-0,19
PEXf			0,01	0,38	-0,12	-0,12	-0,40	0,15	0,18	0,12
PROTf				0,39	-0,22	-0,32	-0,05	-0,24	-0,14	0,15
AÇUf					-0,21	-0,31	-0,01	-0,15	-0,20	-0,47
DIAMpe						0,98**	0,35	0,10	0,42	0,09
DIAMe							0,31	0,16	0,45	0,09
AÇUcpe								-0,08	-0,05	-0,41
PEXce									0,48*	0,13
PROTce										0,28

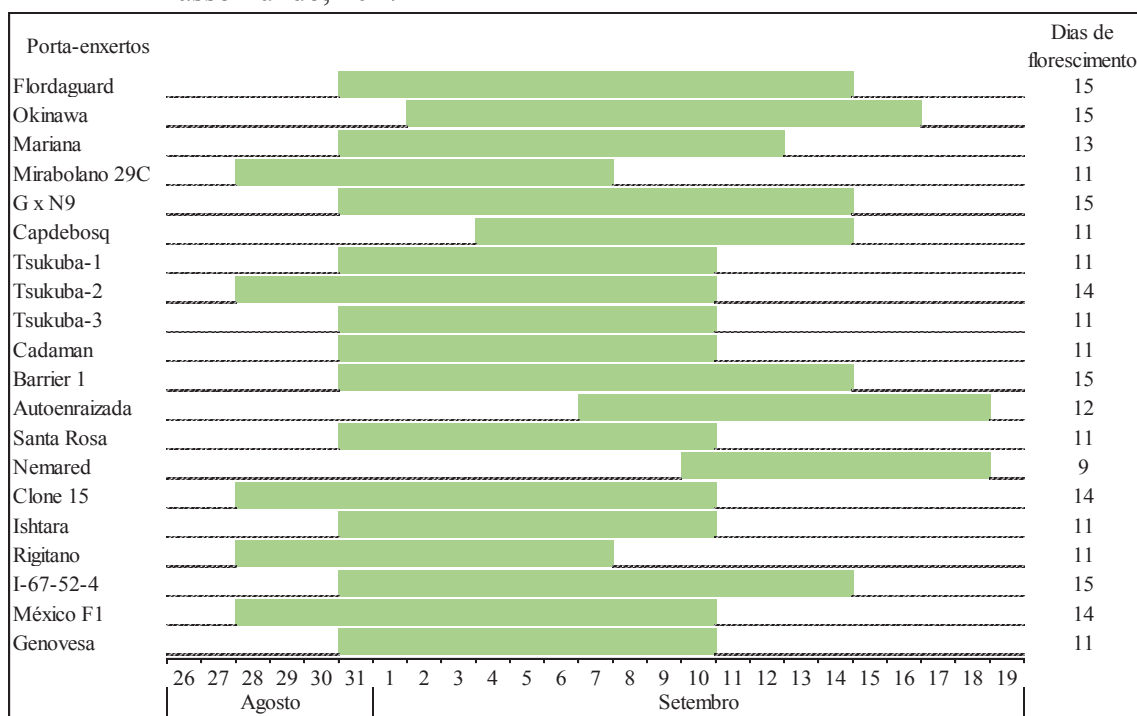
\*\* Significativo a 1 e \* 5% de probabilidade pelo teste t.

<sup>1</sup> Peroxidase na casca do porta-enxerto (PEXcpe), proteínas na casca do porta-enxerto (PROTcpe), açúcares solúveis totais na casca do porta-enxerto (AÇUcpe), peroxidase na casca do enxerto (PEXce), proteínas na casca do enxerto (PROTce), açúcares na casca do enxerto (AÇUce), peroxidase nas folhas (PEXf), proteínas nas folhas (PROTf), açúcares nas folhas (AÇUf), crescimento em diâmetro do porta-enxerto (DIAMpe) e crescimento em diâmetro do enxerto (DIAMe).

#### 4.5 Período de floração

A avaliação do período de floração foi realizada no 2º e 3º ciclos vegetativos. Os porta-enxertos influenciaram o período de ocorrência e a duração da floração da cultivar Barbosa. A floração no 2º ciclo ocorreu entre 28 de agosto e 18 de setembro de 2015, com duração variando de 9 a 15 dias, e maior frequência de 11 dias (Figura 5). A maioria dos tratamentos (11 porta-enxertos) iniciaram o florescimento em 31 de agosto. Enxertadas sobre ‘Mirabolano 29C’, ‘Tsukuba-2’, Clone 15, ‘Rigitano’ e ‘México F1’, o início da floração foi antecipada em poucos dias (3 dias). Plantas enxertadas sobre ‘Okinawa’, ‘Capdeboscq’ e ‘Nemared’ apresentaram o início do florescimento pouco mais tardio (2, 4 e 10 dias, respectivamente) em relação a maioria dos porta-enxertos. O final da floração se deu, para a maioria das combinações, entre 10 e 14 de setembro.

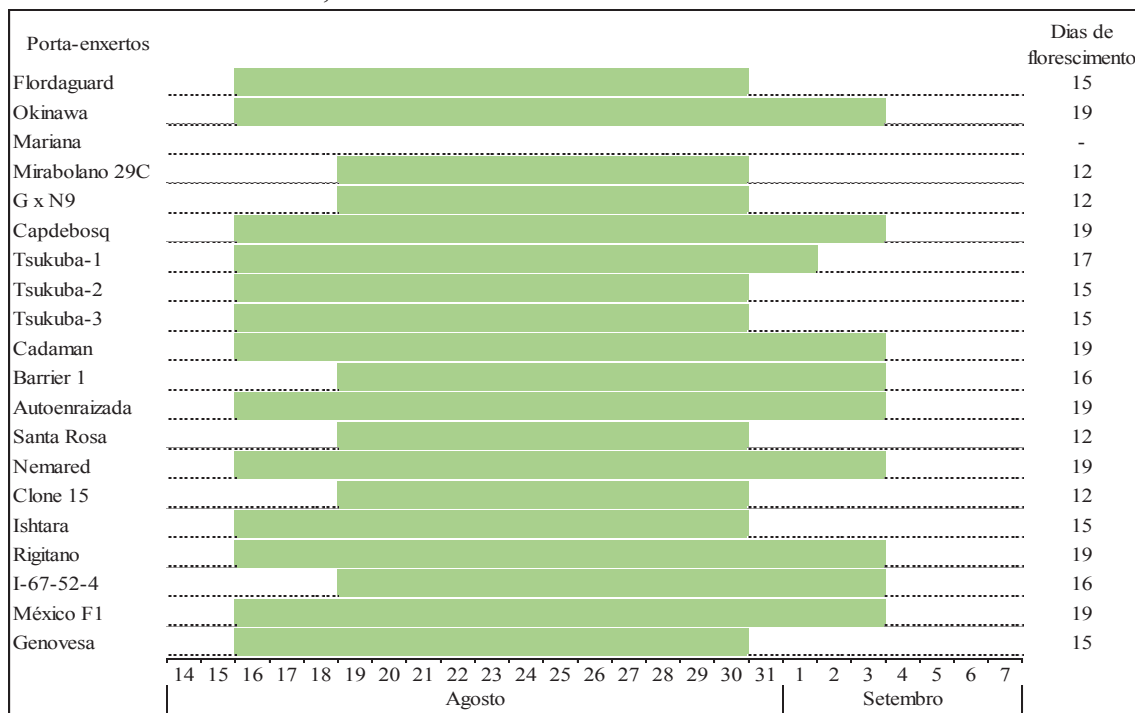
Figura 5 - Período e duração da floração do pessegueiro ‘Barbosa’ enxertado sobre dezenove porta-enxertos e da copa autoenraizada, no 2º ciclo vegetativo. Passo Fundo, 2017



Destaque para a cultivar Barbosa autoenraizada, que não apresentando influência de porta-enxerto iniciou o florescimento cerca de uma semana após a maioria das demais combinações, e 10 dias após as que apresentaram floração mais precoce (Figura 5).

No 3º ciclo, com as plantas maiores, apresentando maior ramificação e formação de gemas floríferas, o período de floração se apresentou mais estendido, variando de 12 a 19 dias, entre 16 de agosto e 03 de setembro de 2016 (Figura 6). A maior parte das combinações (12 porta-enxertos), e a copa autoenraizada, iniciaram o florescimento em 16 de agosto, concluindo entre 30 de agosto e 03 de setembro. A diferença para as combinações que iniciaram a floração mais tarde ('Mirabolano 29C', 'G x N9', 'Barrier 1', 'Santa Rosa', 'Clone 15' e I-67-52-4') foi de apenas 3 dias. Portanto, verificou-se nesse ciclo maior uniformidade no período de floração.

Figura 6 - Período e duração da floração do pessegueiro 'Barbosa' enxertado sobre dezenove porta-enxertos e da copa autoenraizada, no 3º ciclo vegetativo. Passo Fundo, 2017



Pesquisa conduzida por Comiotto et al. (2013), em Pelotas, RS, com as cultivares Maciel e Chimarrita, menos exigentes em frio que 'Barbosa', enxertadas sobre os porta-enxertos Aldrighi, Capdeboscq, Flordaguard, Nemaguard, Okinawa e Umezeiro, demonstrou ser possível o início e a plena floração retardar ou antecipar em até 11 dias, influenciadas pelos porta-enxertos, como demonstrou, também o presente estudo. Varago (2017) observou diferenças de 53 dias para o início da floração da cultivar BRS Kampai, confirmando a influência dos diferentes porta-enxertos.

No 2º ciclo as temperaturas entre maio e setembro foram mais amenas (Anexo 1) e, por consequência, houve menor acúmulo de horas de frio (HF) (Anexo 2) necessárias para suprir as necessidades para superar a dormência da cultivar Barbosa (400 HF). No 2º ciclo foram acumuladas apenas 72,6 HF  $\leq 7,0$  °C, enquanto no 3º ciclo foram somadas 369,4 HF. Considerando a soma de HF com temperatura  $\leq 10,0$  °C, que apresenta efeito parcial, mas muito contribui para a superação da dormência, o acúmulo foi de 349,7 e 759,6 HF nos respectivos ciclos.

Portanto, no 3º ciclo, supridas as necessidades em frio, o florescimento das plantas da cv. Barbosa, enxertadas sobre diferentes porta-enxertos, iniciaram o florescimento praticamente na mesma época, após a elevação das temperaturas em agosto. Por sua vez, no 2º ciclo, ingressando as plantas em agosto com as necessidades em frio apenas parcialmente supridas, a floração se deu mais tardiamente e desuniforme entre os tratamentos, na medida em que o acúmulo de frio nas gemas era suprido, tornando mais evidente uma possível influência do tipo de porta-enxerto.

A alteração na data de floração de uma mesma copa normalmente é sutil ou não detectável, ao passo que, quando utilizado um porta-enxerto de outra espécie, ou um híbrido interespecífico, aumentam-se as chances de se produzir um efeito significativo na data de floração (BECKMAN; LANG, 2003).

Com os dados de fenologia (Figuras 5 e 6) é possível constatar que, na Microrregião de Passo Fundo, o período de floração da cv. 'Barbosa' pode variar de 9 a

19 dias, iniciando a partir de meados de agosto e concluindo até meados de setembro, dependendo do porta-enxerto utilizado e das condições climáticas de cada ano, especialmente do acúmulo de frio e do grau de elevação da temperatura a partir de final de julho/agosto. A partir de meados de agosto a frequência de geadas é mais reduzida na região de Passo Fundo, revelando que a cultivar 'Barbosa' apresenta potencial de adaptação e de proporcionar boas produtividades.

## 5 CONCLUSÕES

a) Os porta-enxertos ‘Marianna 2624’, ‘Clone 15’, ‘Nemared’ e ‘Santa Rosa’, constatada a mortalidade de todas ou a maioria das plantas, evidenciam apresentar incompatibilidade com o pessegueiro ‘Barbosa’.

b) Não há correlação significativa entre os parâmetros bioquímicos e o crescimento do diâmetro do caule do porta-enxerto e do enxerto, não sendo possível empregar a atividade de peroxidase, isoladamente, como um indicador conclusivo de incompatibilidade.

c) Há correlação positiva do aumento da atividade de peroxidase com a concentração de proteína determinada na casca dos porta-enxertos e do enxerto.

d) A atividade de peroxidase, determinada na casca do caule, é superior ou semelhante nos porta-enxertos, em relação ao enxerto. As concentrações de açúcares e proteínas solúveis são, por sua vez, em geral mais elevadas na casca do enxerto.

e) Nos primeiros três ciclos vegetativos, pessegueiros ‘Barbosa’ enxertados sobre ‘Okinawa’, ‘Tsukuba 1’, ‘Tsukuba-2’, ‘Flordaguard’ e ‘México F1’ apresentam melhor desenvolvimento, com maior crescimento, simultaneamente, do diâmetro do porta-enxerto e do enxerto. Os menores diâmetros são observados utilizando os porta-enxertos ‘Ishtara’, ‘Barrier 1’, ‘G x N9’ e ‘Genovesa’.

f) A cultivar Barbosa, propagada por estaquia, apresenta crescimento do tronco similar às melhores combinações enxertadas, revelando potencial para utilização deste tipo de muda quando não há restrições relacionadas com pragas e doenças de solo.

g) O início e o final da floração podem ser influenciados pelo porta-enxerto, variando com as condições climáticas de cada ciclo.



## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados iniciais, relativos apenas aos três primeiros ciclos vegetativos após o plantio, permitiram apontar alguns porta-enxertos, a princípio, com maior potencial para serem empregados na produção de mudas de pessegueiro. Porém, se faz necessário se faz dar continuidade à coleta de informações, não apenas sobre o crescimento do diâmetro do tronco, mas principalmente em relação ao desenvolvimento das plantas como um todo, à fenologia, a quantidade e a qualidade dos frutos produzidos, dentre outros aspectos.

Neste estudo foram avaliados alguns parâmetros bioquímicos. A peroxidase é uma enzima apontada como indicadora de estresse. Contudo, não foi possível concluir, a partir das respostas obtidas, correlação direta com as combinações que evidenciaram maior incompatibilidade, traduzida em sintomas visuais e morte de plantas. Assim, por envolver a incompatibilidade mecanismos fisiológicos complexos e específicos, mostra-se necessário avançar em pesquisas que possam auxiliar, inclusive para a aplicação no melhoramento genético, de técnicas que possam identificar precocemente essas reações.

A Unidade de Observação instalada em Passo Fundo é uma, dentre várias implantadas no Brasil, com diferentes cultivares copa, sob a coordenação da Embrapa Clima Temperado. Resultados mais conclusivos desse projeto de pesquisa serão, certamente, possíveis na medida que as informações geradas nas diferentes regiões sejam compiladas e analisadas. O conhecimento gerado permitirá avançar tecnicamente na produção comercial de mudas de pessegueiro, com consequente implantação de pomares mais uniformes e produtivos, com maior longevidade.

## REFERÊNCIAS

- ALBRECHT, U.; MCCOLLUM, G.; BOWMAN, K. D. Influence of rootstock variety on Huanglongbing disease development in field-grown sweet orange (*Citrus sinensis* [L.] Osbeck) trees. **Scientia Horticulturae**, v. 138, p. 210-220, 2012.
- AL-HINAI, Y. K.; ROPER, T. R. Rootstock Effects on Growth, Cell Number, and Cell Size of Gala Apples. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 129, n. 1, p. 37-41, 2004.
- ALLAIN, C. C.; POON, L. C.; CHAN, C. S. G.; RICHMOND, W.; FU, P. C. Enzymatic determination of total serum cholesterol. **Clinical chemistry**, v. 20, n. 4, p. 470-475, 1974.
- ARAYA, C. A. G. **Efecto de diferentes portainjertos de cerezo sobre el comportamiento fenológico de los cultivares Lapins, Bing y Sweetheart, en San Francisco de Mostazal (VI Región)**. 2004. 105 f. Dissertação (Mestrado) - Escuela de Agronomía Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso, 2004.
- ATKINSON, C. J.; ELSE, M. A.; TAYLOR, L.; DOVER, C. J. Root and stem hydraulic conductivity as determinants of growth potential in grafted trees of apple (*Malus pumila* Mill.). **Journal of Experimental Botany**, v. 54, n. 385, p. 1221-1229, 2003.
- AWAD, M. A.; WAGENMAKERS, P. S.; JAGER, A. de. Effects of light on flavonoid and chlorogenic acid levels in the skin of 'Jonagold' apples. **Scientia Horticulturae**, v. 88, n. 4, p. 289-298, 2001.
- BACELAR, E. A.; SANTOS, L. D.; MOUTINHO-PEREIRA, J. M.; GONÇALVES, B. C.; FERREIRA, H. F.; CORREIA C. M. Immediate responses and adaptive strategies of three olive cultivars under contrasting water availability regimes: changes on structure and chemical composition of foliage and oxidative damage. **Plant Science**, v. 10, 596-605, 2006.
- BARLOW, H. W. B. **The relation of leaf area to stem cross section**. Report of the East Malling Research Station for 1968, p. 117-119, 1969.
- BARRY, G. H.; CASTLE, W. S.; DAVIES, F. S. Rootstocks and plant water relations affect sugar accumulation of citrus fruit via osmotic adjustment. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 129, n. 6, p. 881-889, 2004.

BASILE, B.; MARSAL, J.; SOLARI, L. I.; TYREE, M. T.; BRYLA, B. R.; DEJONG, T. M. Hydraulic conductance of peach trees on rootstocks with differing size-controlling potentials. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v. 78, n. 6, p. 768-774, 2003.

BASSAL, M. A. Growth, yield and fruit quality of 'Marisol' clementine grown on four rootstocks in Egypt. **Scientia Horticulturae**, v. 119, n. 2, p. 132-137, 2009.

BECKMAN, T. G.; LANG, G. A. Rootstock breeding for stone fruits. **Acta Horticulturae**, n. 622, p. 531-551, 2003.

BLOKHINA, O.; VIROLAINEN, E.; FAGERSTEDT, K. V. Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress: a review. **Annals of Botany**, v. 91, n. 2, p. 179-194, 2003.

BOTELHO, R. V.; SCHNEIDER, E.; MACHADO, D.; PIVA, R.; VERLINDO, A. Quince'CPP': new dwarf rootstock for pear trees on organic and high density planting. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 2, p. 589-596, 2012.

BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, v. 72, p. 248, 1976.

BROETTO, F.; CASA, A. M.; MALAVOLTA, E.; LOPES, C. R. Isoenzymatic polymorphism and activity of peroxidases of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under saline stress. **Scientia Agricola**, v. 54, n. 3, p. 128-132, 1997.

BROSNAN, C. A.; MITTER, N.; CHRISTIE, M.; SMITH, N. A.; WATERHOUSE, P. M.; CARROLL, B. J. Nuclear gene silencing directs reception of long-distance mRNA silencing in *Arabidopsis*. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 104, p. 14741-14746, 2007.

CANTUARIAS-AVILÉS, T.; MOURÃO FILHO, F. A. A.; STUCHI, E. S.; SILVA, S. R.; ESPINOZA-NÚÑEZ, E.; BREMER NETO, H. Rootstocks for high fruit yield and quality of 'Tahiti' lime under rain-fed conditions. **Scientia Horticulturae**, v. 142, p. 105-111, 2012.

CASER, D. V.; CAMARGO, A. M. M. P. de; AMARO, A. A. Densidades de plantio em culturas perenes na agricultura paulista. **Informações Econômicas**, v. 30, p. 45-53, 2000.

CASTLE, W. S.; KREZDORN, A. H. Rootstock effects on root distribution and leaf mineral content of Orlando tangelo trees. **Horticultural Society**, v. 86, p. 81-84, 1973.

CLEARWATER, M. J.; SELEZNYOVA, A. N.; THORP, T. G.; BLATTMANN, P.; BARNETT, A. M.; LOWE, R. G.; AUSTIN, P. T. Vigor-controlling rootstocks affect early shoot growth and leaf area development of kiwifruit. **Tree Physiology**, v. 26, n. 4, p. 505-515, 2006.

COHEN, S.; NAOR, A.; BENNINK, J.; GRAVA, A.; TYREE, M. Hydraulic resistance components of mature apple trees on rootstocks of different vigours. **Journal of Experimental Botany**, v.58, p.4213-4224, 2007.

COMIOTTO, A.; FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; GALARÇA, S. P.; MACHADO, N. P.; PREZOTTO, M. E.; HASS, L. B. Desenvolvimento, produção e qualidade dos frutos de pessegueiros enxertados sobre diferentes porta-enxertos. **Semina Ciências Agrárias**, v. 34, p. 3553-3562, 2013.

COUVILLON, G. A. Propagation and performance of inexpensive peach trees from cuttings for high density peach plantings. **Acta Horticulturae**, v.31, n. 173, p. 271-282, 1985.

D'KHILI, B.; MICHAUX-FERRIERE, N.; GREANAN, S. Etude histochemique de l'incompatibilité au microgreffage et greffage de boutures herbacées chez la vigne. **Vitis**, v. 34, n. 3, p. 135-140, 1995.

DE COOMAN, G. Possibility theory – Part I: Measure-and integral-theoretic groundwork; Part II: Conditional possibility; Part III: Possibilistic independence. **International Journal of General Systems**, v. 25, n. 4, p. 291-371, 1997.

DUBOIS, M.; GILES, K. A.; Hamilton, J. K., REBERS, P. A.; SMITH, F. Colorimetric Method for Determination of Sugars and Related Substances. **Analytical Chemistry**, v. 28, n. 3, p. 350-356, 1956.

ENCINAS, J.I; SILVA, G.F; PINTO, J.R.R. **Idade e Crescimento das Árvores**. Brasília: Universidade de Brasília, 2005. 43 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. Laboratório de Agrometeorologia. **Normais climatológicas** (1961-1990): Passo Fundo-RS. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/pesquisa/agromet/app/principal/normais.php>. Acesso em: 10 jan. 2017.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMAN, A.; NACHTIGAL, J. C. **Propagação de Plantas Frutíferas**. DF: Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, 2005. 221p.

FALLAHI, E.; CHUN, I. J.; NEILSEN, G. H.; COLT, W. M. Effects of three rootstocks on photosynthesis, leaf mineral nutrition, and vegetative growth of “BC-2 Fuji” apple trees. **Journal of Plant Nutrition**, v. 24, n. 6, p. 827-834, 2001.

FALLAHI, E.; FALLAHI, B.; SHAFIL, B. Irrigation and rootstock influence on water use, tree growth, yield, and fruit quality at harvest at different ages of trees in ‘Pacific Gala’ apple. **HortScience**, v. 48, n. 5, p. 588-593, 2013.

FAO. Food and Agriculture Organization. Faostat: Production crops. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>>. Acesso em: 10 fev. 2018.

FERGUSON, J.; CHAPARRO, J. **Rootstocks for Florida Peaches, Nectarines, and Plums**. Gainesville: Horticultural Sciences Department, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, 2007. Disponível em: <<http://edis.ifas.ufl.edu/hs366>>. Acesso em: 08 dez. 2013.

FERNÁNDEZ-GARCÍA, N.; CARVAJAL, M.; OLMOS, E. Graft union formation in tomato plants: peroxidase e catalase involvement. **Annals of Botany**, v. 93, p. 53-60, 2004.

FINARDI, N. L. Método de propagação e descrição de porta-enxertos. In: MEDEIROS, C. A. B.; RASEIRA, M. C. B. (Ed.). **A cultura do pessegueiro**. Pelotas: EMBRAPA/CPACT, 1998, p. 100-128.

GALARÇA, S. P.; FACHINELLO, J. C.; BETEMPS, D. L.; HOFFMANN, A.; MARODIN, G. A. B.; PRETTO, A.; NUNES, F. S.; DIAS, F. P. Crescimento e desenvolvimento de pessegueiros ‘Chirmarrita’ and ‘Maciel’ sobre diferentes porta-enxertos e locais de cultivo. **Ciência Rural**, v. 43, n. 2, p. 219-224, 2013.

GIORGI, M.; CAPOCASA, F.; SCALZO, J.; MURRI, G.; BATTINO, M.; MEZZETTI, B. The rootstock effects on plant adaptability, production, fruit quality, and nutrition in the peach (cv. “Suncrest”). **Scientia Horticulturae**, v. 107, n. 1, p. 36-42, 2005.

GÖKBAYAYRAK, Z.; SÖYLEMEZOĞLU, G.; AKKURT, M.; ÇELİK, H.; Determination of grafting compatibility of grapevine with electrophoretic methods. **Scientia Horticulturae**, v. 113, n. 4, p. 343-352, 2007.

GOLDSCHMIDT, E. E. Plant grafting: new mechanisms, evolutionary implications. **Frontiers in Plant Science**, v. 5, p. 1-9, 2014.

GOMES, C. B.; CAMPOS, A. D.; ALMEIDA, M. R. A. Ocorrência de Mesocriconema xenoplax e Meloidogyne javanica associados à morte precoce de ameixeiras e à redução

da atividade de enzimas fenol oxidases. **Nematologia Brasileira**, v. 24, n. 2, p. 249-252, 2000.

GONÇALVES, B.; MOUTINHO-PEREIRA, J.; SANTOS, A.; SILVA, A. P.; BACELAR, E.; CORREIA, C.; ROSA, E. Scion-rootstock interaction affects the physiology and fruit quality of sweet cherry. **Tree Physiology**, v. 26, n. 1, p. 93-104, 2006.

GULLO, G.; MOTISI, A.; ZAPPIA, R.; DATTOLA, A.; DIAMANTI, J.; MEZZETTI, B. Rootstock and fruit canopy position affect peach [*Prunus persica* (L.) Batsch] (cv. Rich May) plant productivity and fruit sensorial and nutritional quality. **Food chemistry**, v. 153, p. 234-242, 2014.

GUR, A.; BLUM, A. The role of cyanogenic glycoside in incompatibility between peach scions and almond rootstocks. **Journal of Horticultural Research**, v. 13, p. 1-10, 1973.

GYEVIKI, M.; HROTKÓ, K.; HONFI, P. Comparison of leaf population of sweet cherry (*Prunus avium* L.) trees on different rootstocks. **Scientia Horticulturae**, v. 141, p. 30-36, 2012.

HAMPSON, C. R.; QUAMME, H. A.; BROWNLEE, R. T. Canopy growth, yield, and fruit quality of 'Royal Gala' apple trees grown for eight years in five tree training systems. **HortScience**, v. 37, n. 4, p. 627-631, 2002.

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

HOFFMANN, A.; BERNARDI, J.; RASEIRA, M. do C. B.; SIMONETTO, P. R. **Sistema de produção de pêssego de mesa na região da Serra Gaúcha**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pessego/PessegodeMesaRegiaoSerraGaucha/cultivar.htm>. Acesso em: 31 ago 2017.

HUDINA, M.; ORAZEM, P.; JAKOPIC, J.; STAMPAR, F. The phenolic content and its involvement in the graft incompatibility process of various pear rootstocks (*Pyrus communis* L.). **Journal of plant physiology**, v. 171, n. 5, p. 76-84, 2014.

HUDINA, M.; SOLAR, A.; STAMPAR, F. Does foliar nutrition influence the pear fruit quality? **International Journal of Horticultural Science**, v. 9, p. 25-28, 2003.

HUDINA, M.; STAMPAR, F. Influence of water regimes and mineral contents in soil upon the contents of minerals, sugars and organic acids in pear fruits (*Pyrus communis* L.) cv. 'Williams'. **Phyton**, v. 40, p. 91-96, 2000.

IBGE. **Produção agrícola municipal:** culturas temporárias e permanentes. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?edicao=22566&t=resultados>. Acesso em: 07 maio 2018.

IKINCI, A.; BOLAT, I.; ERCISLI, S.; KODAD, O. Influence of rootstocks on growth, yield, fruit quality and leaf mineral element contents of pear cv. 'Santa Maria' in semi-arid conditions. **Biological research**, v. 47, n. 71, p. 1-8, 2014.

INGLESE, P.; CARUSO, T.; GUGLIUZZA, G.; PACE, L. S. Crop load and rootstock influence on dry matter partitioning in trees of early and late ripening peach cultivars. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 127, n. 5, p. 825-830, 2002.

IRISARRI, P.; BINCZYCKI, P.; ERREA, P.; MARTENS, H. J.; PINA, A. Oxidative stress associated with rootstock-scion interactions in pear/quince combinations during early stages of graft development. **Journal of plant physiology**, v. 176, p. 25-35, 2015.

IRISARRI, P.; ZHEBENTYAYEVA, T.; ERREA, P.; PINA, A. Differential expression of phytylalanine ammonia lyase (PAL) genes implies distinct roles in development of graft incompatibility symptoms in *Prunus*. **Scientia Horticulturae**, v. 204, n. 2, p. 16-24, 2016.

ITO, A.; YOSHIOKA, H.; HAYAMA, H.; KASHIMURA, Y. Reorientation of shoots to the horizontal position influences the sugar metabolism of lateral buds and shoot internodes in Japanese pear (*Pyrus pyrifolia* (Burm.) Nak.). **Journal of Horticultural Science Biotechnology**, v. 79, p. 416-422, 2004.

KAMBOJ, J. S.; BLAKE, P. S.; QUINLAN, J. D.; WEBSTER, A. D. Recent advances in studies on the dwarfing mechanism of apple rootstocks. **Acta Horticulturae**, v. 451, p. 75-82, 1997.

KAMBOJ, J. S.; BLAKE, P. S.; QUINLAN, J. D.; BAKER, D. A. Identification and quantification by GC-MS of zeatin and zeatin riboside in xylem sap from rootstock and scion of grafted apple trees. **Plant Growth Regulation**, v. 28, n. 3, p. 199-205, 1999.

KOEPKE, T.; DHINGRA, A. Rootstock scion somatogenetic interactions in perennial composite plants. **Plant Cell Reports**, v.32, n.9, p. 1321-1337, 2013.

LEGUA, P.; FORNER, J. B.; HERNÁNDEZ, F.; FORNER-GINER, M. A. Total phenolics, organic acids, sugars and antioxidant activity of mandarin (*Citrus clementina* Hort. Ex Tan.): Variation from rootstock. **Scientia Horticulturae**, v. 174, p. 60-64, 2014.

LI, F.; COHEN, S.; NAOR, A.; SHAOZONG, K.; EREZ, A. Studies of canopy structure and water use of apple trees on three rootstocks. **Agricultural Water Management**, v. 55, n. 1, p. 1-14, 2002.

LOCKARD, R. G.; SCHNEIDER, G. W. Stock and scion growth relationships and the dwarfing mechanism in apple. **Horticultural Reviews**, v. 3, p. 315-375, 1981.

LORETI, F. Formas atuais de condução e densidade de plantio do pessegueiro na Itália. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 4., 2001, Fraiburgo. **Anais...** Caçador: Epagri, 2001.

LORETI, F.; MASSAI, R. I portinnesti del pesco. **L'Informatore Agrario**, v. 9, p. 39-44, 1999.

MACHADO, B. D.; MAGRO, M.; RUFATO, L.; BOGO, A.; KREZTSCHMAR, A. A.; SIMÕES, F. Compatibilidade de enxertiaenotípica entre cultivares de pereiras europeias e porta-enxertos de marmeleiro. **Ciência Rural**, v. 45, n. 9, p. 1551-1556, 2015.

MACHADO, B. D.; MAGRO, M.; RUFATO, L.; BOGO, A.; KREZTSCHMAR, A. A.; SIMÕES, F. Graft compatibility between european pear cultivars and East Malling 'C' root. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, n. 3, p. 1-9, 2017.

MACIEL, H. P. F.; GOUVEA, C. M. C. P.; PASTORE, G. M. Obtenção de nova fonte de peroxidase da folha de *Capaifera langsdorfii* Desf com alta atividade. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, p.735-739, 2006.

**MANUAL de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10 ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2004. 400 p.

MARAFON, A. C.; HERTER, F. G.; BACARIN, M. A.; HAWERROTH, F. J. Atividade da peroxidase durante o período hibernar de plantas de pessegueiro (*Prunus pérsica* (L.) Batsch) cv. Jubileu com e sem sintomas da morte-precoce. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 4, p. 938-942, 2009.



MARAFON, A. C.; HERTER, F. G.; BACARIN, M. A.; RODRIGUES, A. C.; VERRÍSSIMO, V. Concentração de carboidratos em tecidos de pessegueiro (*Prunus persica* (L.) Batsch) cv. Jubileu em plantas com e sem sintoma de morte-precoce durante o período de dormência. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 1, p. 75-79, 2007.

MARTINS, A. S.; BIANCHI, V. J.; ROCHA, M. D. S.; FACHINELLO, J. C. Períodos de estratificação e concentrações de giberelina na emergência de plântulas de porta-enxertos de pessegueiro. **Ambiência**, v. 7, n. 4, p. 501-514, 2011.

MAYER, N. A.; PEREIRA, F. M. Vigor de clones de umezeiro e pessegueiro 'Okinawa' propagados por estacas herbáceas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 5, p. 883-887, 2006.

MAYER, N. A.; PEREIRA, F. M.; BARBOSA, J. C. Pegamento e crescimento inicial de enxertos do pessegueiro 'Aurora-1' em clones de umezeiro (*Prunus mume* Sieb. Et Zucc.) e 'Okinawa' [*Prunus persica* (L.) Batsch] propagados por estacas herbáceas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 1, p. 102-106, 2005.

MAYER, N. A.; PEREIRA, F. M.; BARBOSA, J. C.; KOBAYASHI, V. Y. Distribuição do sistema radicular do pessegueiro 'Okinawa' propagado por sementes e por estacas herbáceas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 3, p. 699-704, 2007.

MAYER, N. A.; PEREIRA, F. M.; KOBAYASHI, V. Y. Desenvolvimento inicial no campo de pessegueiros 'Aurora-1' enxertados em clones de umezeiro e 'Okinawa' propagados por estacas herbáceas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 2, p. 231-235, 2006.

MAYER, N. A.; PEREIRA, F. M.; SANTOS, J. M. dos. Reação de clones de umezeiro (*Prunus mume* Sieb. et Zucc.) e cultivares de pessegueiro a *Meloidogyne javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 1, p. 181-183, 2003.

MAYER, N. A.; UENO, B. **A morte precoce do pessegueiro e suas relações, com porta-enxerto**. Embrapa Clima Temperado, 2012. (Embrapa CPACT. Documento, 359). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/994696>. Acesso em: 08 ago. 2017.

MAYER, N. A.; UENO, B.; ANTUNES, L. E. C. **Seleção e clonagem de porta-enxertos tolerantes a morte precoce do pessegueiro**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. (Embrapa CPACT. Documento, 209). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/31478/1/comunicado-209.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2018.

MOING, A.; CARDE, J. P. Growth, cambial activity and phloem structure in compatible and incompatible peach plum grafts. **Tree Physiology**, v. 4, p. 347-359, 1988.

MOING, A.; SALESSES, G.; SAGLIO, P. H. Growth and the composition and transport of carbohydrate in compatible and incompatible peach plum grafts. **Tree Physiology**, v. 3, p. 345-353, 1987.

MOLNAR, A.; MELNYK, C. W.; BASSETT, A.; HARDCASTLE, T. J.; DUNN, R.; BAULCOMBE, D. C., Small silencing RNAs in plants are mobile and direct epigenetic modification in recipient cells. **Science**, v. 328, n. 10, p. 872-875, 2010.

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

MORENO, M. A.; MOING, A.; LANSAC, M.; GAUDILLERE, J. P.; SALESSES, G. Peach/myrabolan plum graft incompatibility in the nursery. **Journal of Horticultural Science**, v. 68, n. 5, p. 705-714, 1993.

MORENO, M. A.; MOING, A.; LANSAC, M.; GAUDILLERE, J. P.; SALESSES, G. Developments at the graft interface in homo- and hetero-graft. **Plant Signaling e Behavior**, v. 9, 2014.

MORINAGA, K.; IKEDA, F. The effects of several rootstocks on photosynthesis, distribution of photosynthetic product, and growth of young satsuma mandarin trees. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, v. 59, p. 29-34, 1990.

MUDGE, K., JANICK J., SCOFIELD S., GOLDSCHIDT E. E. A history of grafting. **Horticultural Reviews**, v. 35, p. 437-493, 2009.

MUSACCHI, S. **La disaffinità d'innesto del pero su cotogno: ricerche su marcatori e metaboliti secondari (fenoli, glicosidi cianogeni e proteine)**. 1996. 179 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Università Degli Studi di Bologna, Bologna, 1996.

NEILSEN, D.; SMITH, C. A. S.; FRANK, G.; KOCH, W.; ALILA, Y.; MERRITT, W. S.; COHEN, S. J. Potential impacts of climate change on water availability for crops in the Okanagan Basin, British Columbia. **Canadian Journal of Soil Science**, v. 86, n. 5, p. 921-936, 2006.

NEVES, T. R.; MAYER, N. A.; UENO, B. Graft incompatibility in *Prunus* spp. preceded by SPAD index reduction. **Semina Ciências Agrárias**, v. 38, n. 2, p. 635-648, 2017.

NÚÑEZ, E. E.; MOURÃO FILHO, F. D. A. A.; STUCHI, E. S. Desenvolvimento vegetativo, produção e qualidade de frutos da tangerina 'Fremont' sobre quatro porta-enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 2, p. 308-312, 2007.

ORAZEM, P.; STAMPAR, F.; HUDINA, M. Quality analysis of 'Redhaven' peach fruit grafted on 11 rootstocks of different genetic origin in a replant soil. **Food Chemistry**, v. 124, n. 4, p. 1691-1698, 2011.

PASA, M. da S.; FACHINELLO, J. C.; SCHMITZ, J. D.; SOUZA, A. L. K. de; HERTER, F. G. Hábito de frutificação e produção de pereiras sobre diferentes porta-enxertos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 9, p. 998-1005, 2011.

PASSARDI, F.; PENEL, C.; DUNAND, C. Performing the paradoxical: how plant peroxidases modify the cell wall. **Trends Plant Science**, v. 65, p. 1879-1893, 2004.

PEREIRA, F. M.; MAYER, N. A. **Pessegueiro: Tecnologias para a produção de mudas**. Jaboticabal: Funep, 2005. 65 p.

PEREIRA, I. S.; ANTUNES, L. E. C.; PICOLOTTO, L.; FACHINELLO, J. C. Incompatibilidade de enxertia induz aumento da suscetibilidade de cultivares de pessegueiro à *Xanthomonas arboricola* pv. Pruni. **Ciência Rural**, v. 45, p. 1147-1153, 2015.

PEREIRA, I.S.; FACHINELLO, J.C.; ANTUNES, L.E.C.; CAMPOS, A.D.; PINA, A. Incompatibilidade de enxertia em Prunus. **Ciência Rural**, v.44, p.1519-1526, 2014.

PERRY R.; LANG, G.; ANDERSEN, R; ANDERSON, L.; AZARENKO, A.; FACTEAU, T.; FERREE, D.; GAUS, A.; KAPPEL, F.; MORRISON, F.; ROM, C.; ROPER, T.; SOUTHWICK, S.; TEHRANI, G.; WALSH, C. Performance of the NC-140 cherry rootstock trials in North America. **Acta Horticulturae**, v. 451, p. 225-229, 1997.

PICOLOTTO, L.; MANICA-BERTO, R.; PAZIN, D.; PASA, M. D. S.; SCHMITZ, J. D.; PREZOTTO, M. E.; FACHINELLO, J. C. Características vegetativas, fenológicas e produtivas do pessegueiro cultivar Chimarrita enxertado em diferentes porta-enxertos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 6, p. 583-589, 2009.

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

PINA, A.; ERREA, P. Influence of graft incompatibility on gene expression and enzymatic activity of UDP-glucose pyrophosphorylase. **Plant Science**, v. 174, n. 5, p. 502-509, 2008.

PISA, I. M. T.; LIMA, G. P. P.; BRASIL, O. G. Atividade de peroxidase e níveis de proteínas em plantas de abacaxizeiro micropropagadas em meio salino. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 9, n. 4, p. 361-366, 2003.

POMPEU JUNIOR, J.; BLUMER, S. Citrumelos como porta-enxertos para a laranjeira 'Valência'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 1, p. 105-107, 2011.

PREZOTTO, M. E.; FRANCESCATTO, P.; PAZZIN, D.; PIGOSSO, G.; FACHINELLO, J. C. Vigor e compatibilidade de enxertia de pereiras cv. william's sobre diferentes porta-enxertos. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 17.; ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 10., 2008, Pelotas. **Anais...** Pelotas: UFPel, 2008. P. 20-24.

RASEIRA, M. do C. B.; BELARMINO, L. C.; FRANZON, R. C. **Aspectos socioeconômicos e de melhoramento genético do pessegueiro no Brasil**. Jaboticabal: Todafruta, 2018. In: [www.todafruta.com.br/artigo-exclusivo-pessegueiro-no-mundo-e-no-brasil/](http://www.todafruta.com.br/artigo-exclusivo-pessegueiro-no-mundo-e-no-brasil/) Acesso em: 02 maio 2018.

REIS, J. M. R.; CHALFUN, N. N. J.; REIS, M. A. Métodos de enxertia e ambientes na produção de mudas de pessegueiro cv. 'Diamante'. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 40, n. 2, p. 200-205, 2010.

REMORINI, D.; TAVARINI, S.; DEGL'INNOCENTI, E.; LORETI, F.; MASSAI, R.; GUIDI, L. Effect of rootstocks and harvesting time on the nutritional quality of peel and flesh of peach fruits. **Food Chemistry**, v. 110, n. 2, p. 361-367, 2008.

ROBINSON, D. S. Peroxidases and their significance in fruits and vegetables. In: FOX, P. F. (Ed.). **Food enzymology**. New York: Editora London and New York, 1991. p. 399-426.

ROCHA, M. S.; BIANCHI, V. J.; FACHINELLO, J. C.; SCHMITZ, J. D.; PASA, M. D. S.; SILVA, J. D. Comportamento agrônômico inicial da cv. Chimarrita enxertada em cinco porta-enxertos de pessegueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, p. 583-588, 2007.

RODRIGUES, A. C.; FACHINELLO, J. C.; SILVA, J. B.; FORTES, G. R. de L.; STRELOW, E. Compatibilidade entre diferentes combinações de cvs. Copas e porta-enxertos de *Prunus* sp. **Revista Brasileira Agrociência**, v. 10, n. 2, p. 185-189, 2004.

RODRIGUES, A. C.; MACHADO, L. B.; DINIZ, A. C.; FACHINELLO, J. C.; DE LUCAS FORTES, G. R. Evaluation of the graft compatibility in *Prunus* sp. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, p. 583-588, 2001.

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

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

SANTOS, A. A.; RIBEIRO, R. S.; LOUSADA, J. L.; PEREIRA, A. M. Growth performance of sweet cherry cultivars on five rootstocks. **Acta Horticulturae**, v. 732, p. 317-324, 2006.

SCALZO, J.; POLITI, A.; PELLEGRINI, N.; MEZZETTI, B.; BATTINO, M. Plant genotype affects total antioxidant capacity and phenolic contents in fruit. **Nutrition**, v. 21, n. 2, p. 207-213, 2005.

SMITH, R. E.; SMOLL, F. L.; SCHUTZ, R. W. Measurement and correlates of sport-specific cognitive and somatic trait anxiety: The Sport Anxiety Scale. **Anxiety Research**, v. 2, p. 263-280, 1990.

SOARES, J. F.; ROSSI, D. C.; MARTINEZ, L. R.; FRASES, S.,; FONSECA, F. L.; CAMPOS, C. B.; RODRIGUES, M. L.; NOSANCHUK, J. D.; DAFRE, S. Structure and mode of action of microplusin a copper II - chelating antimicrobial peptide from the cattle tick *Rhipicephalus (Bophilus) microplus*. **The Journal of Biological Chemistry**, v. 284, p. 34735-34736, 2009.

SOUZA, A. L. K. A. **Clonagem de porta-enxertos afeta o comportamento inicial a campo de plantas de pessegueiros**. 2014. 99 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.

SPERRY, J. S. Evolution of water transport and xylem structure. **International Journal of Plant Sciences**, v. 164, p. 115-127, 2003.

STRECK, E. V.; KAMPF, N. DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C.; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L. F. S. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2. ed. Porto Alegre: Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Rio Grande do Sul, 2008. 222 p.

SYVERTSEN, J. P.; GRAHAM, J. H. Hydraulic conductivity of roots, mineral nutrition, and leaf gas exchange of citrus rootstocks. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 110, p. 865-869, 1985.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.

TAKAHAMA, U.; ONIKI, T. A peroxidase/phenolics/ascorbate system can scavenge hydrogen peroxide in plant cells. **Physiologia Plantarum**, v. 101, n. 4, p. 845-852, 1997.

USENIK, V.; FABCIC, J.; STAMPAR, F. Early detection of graft incompatibility in apricot (*Prunus armeniaca L.*) using phenol analyses. **Scientia Horticulturae**, v. 109, p. 332-338, 2006.

VARAGO, A. L. **Porta-enxertos clonais no crescimento, produtividade e qualidade de frutos de pessegueiro 'BRS Kampai'**. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção Vegetal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2017, 96 f.

WHITING, M. D.; LANG, G.; OPHARDT, D. Rootstock and training system affect sweet cherry growth, yield, and fruit quality. **HortScience**, v. 40, n. 3, p. 582-586, 2005.

YEOMAN, M. M. Cellular recognition systems in grafting. In: LINKSKENS, H. F.; HESLOP-HARRISON, I. (Ed.) **Cellular interaction, encyclopaedia of plant physiology**. Berlin: Springer-Verlag, 1984. p. 453-472.

YEOMAN, M. M.; BROWN, R. Implications of the formation of the graft union for organisation in the intact plant. **Annals of Botany**, v. 40, n. 170, p. 1265-1276, 1976.

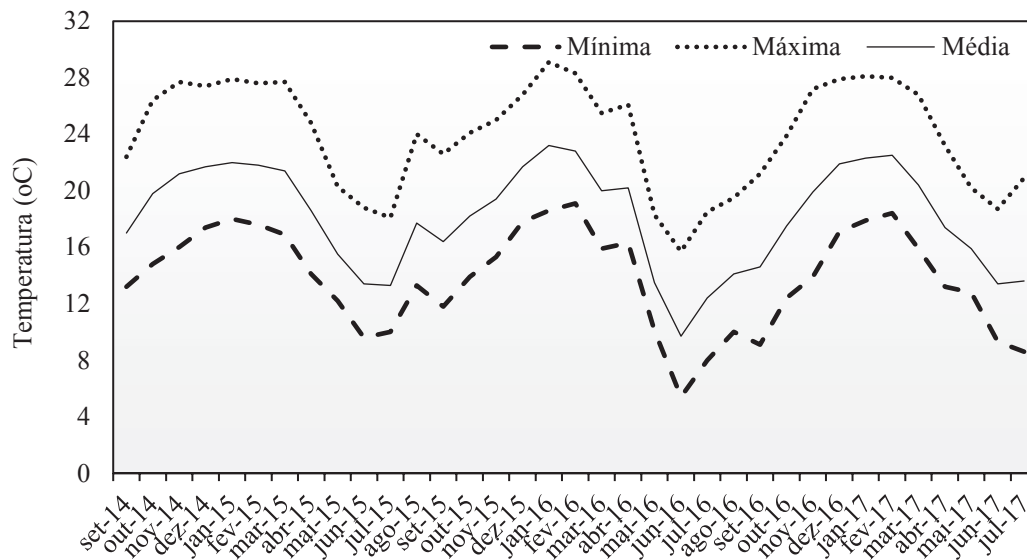
YILDIZ, E.; DEMIRKESER, T. H.; KAPLANKIRAN, M. Growth, yield, and fruit quality of 'Rhode Red Valencia' and 'Valencia Late' sweet oranges grown on three rootstocks in eastern Mediterranean. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v. 73, n. 2, p. 142-146, 2013.

ZARROUK, O.; GOGORCENA, Y.; MORENO, M. A.; PINOCHET, J. Graft compatibility between peach cultivars and *Prunus* rootstocks. **HortScience**, v. 41, n. 6, p. 1389-1394, 2006.

ZARROUK, O.; TESTILLANO, P. S.; RISUEÑO, M. C.; MORENO, M. Á.; GOGORCENA, 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, n. 1, p. 9-17, 2010.

## ANEXOS

ANEXO I - Médias mensais das temperaturas máximas, médias e mínimas ocorridas no município de Passo Fundo, RS, entre setembro de 2014 a julho de 2017. Passo Fundo, 2017



Fonte: Embrapa Trigo (2017).

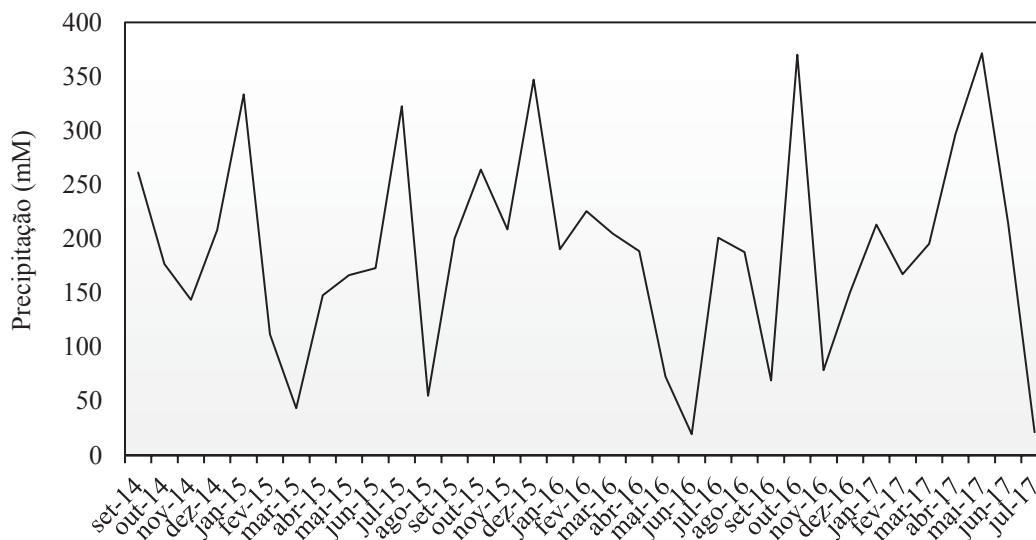
ANEXO II - Horas de frio  $\leq 7^{\circ}\text{C}$  e  $\leq 10^{\circ}\text{C}$  acumuladas no período de abril a setembro de 2015 e 2016 no município de Passo Fundo, RS. Passo Fundo, 2017

Meses	2015		2016	
	$\leq 7^{\circ}\text{C}$	$\leq 10^{\circ}\text{C}$	$\leq 7^{\circ}\text{C}$	$\leq 10^{\circ}\text{C}$
Maio	0,0	7,8	34,6	102,5
Junho	34,1	167,8	193,5	348,5
Julho	22,5	112,3	108,3	180,5
Agosto	0,0	10,3	42,0	109,6
Setembro	16,0	51,5	12,3	115,5
Total	72,6	349,7	369,4	759,6

Fonte: Embrapa Trigo (2017).

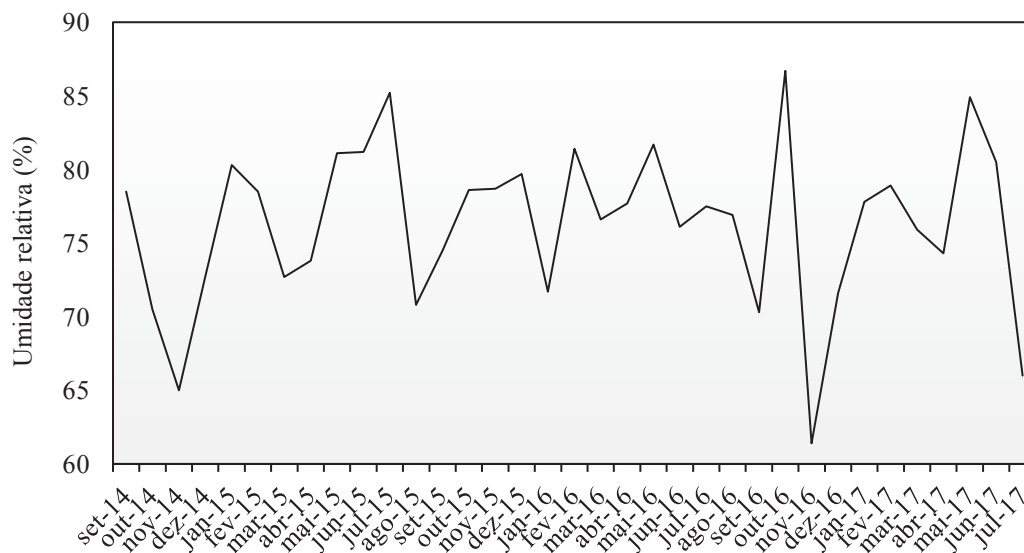


ANEXO III - Médias mensais da precipitação ocorrida no município de Passo Fundo, RS, entre setembro de 2014 a julho de 2017. Passo Fundo, 2017



Fonte: Embrapa Trigo (2017).

ANEXO IV - Médias mensais da umidade relativa do ar ocorrida no município de Passo Fundo, RS, entre setembro de 2014 a julho de 2017. Passo Fundo, 2017



Fonte: Embrapa Trigo (2017).



## **PPGAgro**

Programa de Pós-Graduação em Agronomia

**Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - FAMV**