

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



Dissertação

**Plantas autoenraizadas e porta-enxertos clonais para o pessegueiro:
morfologia de mudas, reação ao déficit hídrico do solo e performance em área
com histórico de morte precoce**

Guilherme Nicolao

Pelotas-RS, 2022

Guilherme Nicolao

**Plantas autoenraizadas e porta-enxertos clonais para o pessegueiro:
morfologia de mudas, reação ao déficit hídrico do solo e performance em área
com histórico de morte precoce**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, como pré-requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia

Orientador: Dr. Newton Alex Mayer
Coorientador: Dr. Valmor João Bianchi
Dr. Carlos Reisser Jr.

N634p Nicolao, Guilherme

Plantas autoenraizadas e porta-enxertos clonais para o pessegueiro : morfologia de mudas, reação ao déficit hídrico do solo e performance em área com histórico de morte precoce / Guilherme Nicolao ; Newton Alex Mayer, orientador ; Valmor João Bianchi, Carlos Reisser Júnior, coorientadores. — Pelotas, 2022.

127 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2022.

Guilherme Nicolao

Plantas autoenraizadas e porta-enxertos clonais para o pessegueiro:
morfologia de mudas, reação ao déficit hídrico do solo e performance em área com
histórico de morte precoce

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em
Agronomia

Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu
Maciel, Universidade Federal de Pelotas

Data da Defesa: 12/07/2022

Banca examinadora:

.....
Dr. Newton Alex Mayer (Orientador)

Doutor em Agronomia – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP

.....
Prof. Dr. Flávio Gilberto Herter

Doutor em Biologia e Fisiologia Vegetal – Université Blaise Pascal

.....
Prof. Dr. Luciano Picolotto

Doutor em Agronomia – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel/UFPEL

.....
Prof. Dra. Elizete Beatriz Radmann

Doutora em Agronomia – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel/UFPEL

Agradecimentos

Aos meus pais Derico e Rosane, pelo incentivo aos estudos.

Ao meu irmão Rodrigo, pela companhia e apoio durante o período de mestrado.

Ao meu orientador e co-orientadores, pela paciência e orientação em todas as etapas deste trabalho.

À Embrapa Clima Temperado e a Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (UFPel), pela infraestrutura essencial para a execução do trabalho realizado.

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

Ao persicultor Mauro Rogério Scheunemann, pela parceria na implantação e condução da unidade de observação no qual foi realizado o terceiro capítulo desta dissertação.

Ao viveirista Gilberto Kurtz, pela doação de parte das mudas utilizadas para o primeiro capítulo deste trabalho.

Resumo

NICOLAO, G. **Plantas autoenraizadas e porta-enxertos clonais para o pessegueiro: morfologia de mudas, reação ao déficit hídrico do solo e performance em área com histórico de morte precoce**. 2022. 127f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

A morte precoce é um dos principais problemas do cultivo do pessegueiro no estado do Rio grande do Sul, causada por um conjunto de fatores bióticos e abióticos de difícil solução por causa do desconhecimento da identidade genética dos porta-enxertos utilizados. O objetivo foi avaliar o efeito de porta-enxertos sobre a morfologia de mudas, além da influência no potencial hídrico do ramo em solo franco-arenoso e performance produtiva em área com histórico de morte precoce quando comparado a cultivares copa autoenraizadas. A dissertação está composta de três capítulos, sendo que no primeiro, estudou-se a morfologia de mudas em dois sistemas (convencional e alternativo). No segundo capítulo foi avaliado o potencial hídrico em plantas autoenraizadas e sobre porta-enxertos clonais. No terceiro capítulo avaliou-se a resposta produtiva da cultivar Maciel autoenraizada e também sobre genótipos de *Prunus* spp. na função de porta-enxerto, propagados vegetativamente. Os principais resultados obtidos indicam que o porta-enxerto influencia no vigor e dominância apical das mudas produzidas no sistema alternativo em citropotes. O potencial hídrico de pessegueiros da cv. BRS-Kampai é influenciado pela umidade gravimétrica do solo. Não foi observada morte de nenhuma planta, devido à síndrome da morte-precoce, até os sete anos do pomar. Os cultivares de porta-enxerto híbridos interespecíficos demonstraram inferior performance produtiva em comparação aos porta-enxertos com total constituição genética pertencente a *P. persica* e aos tradicionais ‘Capdeboscq’ e ‘Aldrighi’ em área com histórico de morte-precoce. Os porta-enxertos ‘México Fila 1’, ‘Tsukuba-3’, ‘Flordaguard’ e ‘De Guia’ ou plantas autoenraizadas da cultivar Maciel apresentam potencial para elevar a eficiência produtiva em comparação a ‘Capdeboscq’ e ‘Aldrighi’. O pessegueiro cv. Maciel apresenta incompatibilidade de enxertia com ‘Santa Rosa’ e ‘GxN.9’, não sendo recomendados para a função porta-enxerto. A adoção de mudas de pessegueiro com qualidade morfológica superior e porta-enxerto melhor adaptado aos fatores bióticos e abióticos relacionados à morte precoce são estratégias essenciais para reduzir os danos causados pela síndrome, possibilitando o aumento de produtividade da cultura do pessegueiro na microrregião de Pelotas-RS.

Palavras-chave: Porta-enxerto; morte precoce; status hídrico; *Prunus* spp.

Abstract

NICOLAO, G. **Self-rooted plants and clonal rootstocks for peach: morphology of nursery trees, reaction to water deficit of the soil and performance on PTSL site.** 2022. 127f. Dissertação (Master Degree in Agronomy) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

The Peach Tree Short Life is one of the main problems of peach cultivation in the state of Rio Grande do Sul, caused by a set of biotic and abiotic factors that are difficult to solve because of the ignorance of the identity of the rootstocks used. The objective was evaluate the effect of the rootstocks on morphology of the nursery trees, beyond the influence on stem-water potential on Sandy-Loam soil and productive performance on PTSL site when compared to scion cultivars self-rooteds. The Master Thesis is composed of tree chapters, being that in the first, studied the morphology of the nursery trees on two systems (conventional and alternative). In the second was evaluated the stem-water potential in self-rooted trees and on clonal rootstocks. In the third chapter was evaluated the productive response of the Maciel cultivar self-rooted and also on genotypes of *Prunus* spp. in the role of rootstock, vegetatively propagated. The main results obtained indicate that the rootstock influences on vigor and apical dominance of the nursery trees produced on alternative sytem in citropotes. The stem-water potential of the peach of the cv. BRS-Kampai is influenced by the soil gravimetric umidity. Was not observed dead of no one plant, due to Peach Tree Short Life, until the seven years of the orchard. The cultivars of rootstocks hybrids interspecific showed bottom productive performance compared to rootstocks with total genetic makeup belonging to *P. persica* and to traditionals 'Capdeboscq' and 'Aldrighi' on PTSL site. The rootstocks 'México Fila 1', 'Tsukuba-3', 'Flordaguard' e 'De Guia' or self-rooted plants of the cv. Maciel show potential to increase the productive efficiency compared to 'Capdeboscq' and 'Aldrighi' The peach cv. Maciel show graft incompatibility with 'Santa Rosa' and 'GxN.9', not being recommended to rootstock function. The adoption of the nursery trees of peach with superior morphological quality and better rootstock better adapted to biotic and abiotic factors related to Peach Tree Short Life are essential strategies to reduce the damage caused by the syndrome, enabling increased productivity of the peach crop on microregion of Pelotas-RS.

Key-words: Rootstock; PTSL; water status; *Prunus* spp.

Sumário

1.Introdução	9
1.1 Objetivos Gerais.....	10
1.2 Objetivos Específicos	11
1.3 Hipóteses	11
2. Revisão da Literatura.....	11
2.1 Origem e Classificação Botânica.....	11
2.2 Importância Econômica.....	13
2.3 Morte-precocidade do Pessegueiro	14
2.4 Porta-enxertos.....	15
2.5 Cultivares Copa.....	19
2.6 Déficit Hídrico	20
2.7 Encharcamento do Solo	22
2.8 Respostas Fisiológicas ao Estresse Hídrico	25
2.8 Produção de Mudanças de Frutíferas de Caroço	27
2.8.1 Vantagens e desvantagens do sistema de produção de mudas a campo e em embalagens	31
Capítulo 1 - Morfologia de mudas de pessegueiro cv. Granada produzidas em sistemas a campo e alternativo	32
1.Introdução.....	32
2. Metodologia	34
3.Resultados e Discussão	38
Conclusões	50
Capítulo 2 - Potencial hídrico em pessegueiros ‘BRS-Kampai’ autoenraizados ou enxertados sobre porta-enxertos clonais	51
1.Introdução.....	51
2.Metodologia	53
3.Resultados e Discussão	62
4.Conclusões	72
Capítulo 3 – Performance de pessegueiros ‘Maciel’ autoenraizados ou enxertados sobre porta-enxertos clonais de espécies, híbridos e cultivares de <i>Prunus</i> spp. em área com histórico de morte-precocidade	74
1.Introdução.....	74
2.Metodologia	75
3.Resultados e Discussão	79
4.Conclusões	93
5.Considerações Finais	94
Referências.....	96

1.Introdução

No ano de 2020 a área mundial cultivada com pessegueiro [*Prunus persica* (L.) Batsch] era de 1.491.817 hectares (ha), enquanto o Brasil possuía 15.590 ha, sendo 11.428 ha no estado do Rio Grande do sul (IBGE, 2021). As principais regiões produtoras do estado são a serra gaúcha, com destino da produção para o consumo in natura, e a microrregião de Pelotas, que se caracteriza pela produção de pêssegos do tipo indústria. A microrregião de Pelotas possuía 4.993 ha cultivados com pessegueiro em 2020, se destacando os municípios de Pelotas (3.000 ha), Canguçu (1.200 ha) e Morro Redondo (600 ha). Apesar da expressiva área plantada, a produtividade da microrregião de Pelotas foi de apenas 8,4 ton. ha⁻¹ em 2020, enquanto a microrregião de Caxias do Sul atingiu produtividade média de 17,2 ton. ha⁻¹ no mesmo ano (IBGE, 2021).

O potencial produtivo do pessegueiro é atingido quando não ocorrem limitações hídricas, de fertilidade e fitossanitárias (PETRY et al., 2016; DEJONG, 2015). A escolha do porta-enxerto adequado é um dos fatores que contribui para atingir o potencial produtivo, tornando o sistema produtivo mais eficiente (GIORGI et al., 2005; BARRETO et al., 2017; FONT I FORCADA et al., 2020; MAYER et al., 2021). A mesorregião Sudeste Rio-grandense, onde se localiza a microrregião de Pelotas, se caracteriza pela ocorrência de déficit hídrico entre os meses de novembro e março (LEIVAS et al., 2006), além de possuir em sua maioria solos de textura arenosa, com baixa capacidade de retenção de água (TIMM et al., 2007), contribuindo para que o pessegueiro não atinja seu potencial produtivo nessa região.

Além da possibilidade do pessegueiro enfrentar um período de déficit hídrico, seja no período produtivo, ou após a colheita, os pomares da região, em sua maioria são desprovidos de sistema de irrigação (REISSER JÚNIOR et al., 2008). Somado a possibilidade de déficit hídrico, a microrregião de Pelotas apresenta solos hidromórficos, com lenta drenagem da água pelo perfil do solo (CUNHA; SILVEIRA, 1996), levando a períodos com baixa concentração de O₂ dissolvido na solução do solo (anoxia).

A anoxia causa redução do crescimento, além de queda na absorção de nitrogênio (TORO et al., 2018) e até a morte de plantas (BIANCHI et al., 2004; PIMENTEL et al., 2014). Períodos de anoxia do sistema radicular são um dos fatores que possivelmente atuem em conjunto com nematoides do gênero *Helicotylenchus* e

da espécie *Mesocriconema xenoplax* (CARNEIRO et al., 1993; MARAFON et al., 2009; GOMES et al., 2010) como agentes causais responsáveis pela morte-precoce do pessegueiro.

A morte-precoce do pessegueiro é uma síndrome que foi constatada pela primeira vez na década de 1970, por técnicos da extensão rural da Emater-RS, no município de Pelotas. Sintomas como florescimento irregular, queda de gemas, folhas pequenas e necrose de tecidos internos do lenho, de onde é exalado odor fermentativo são observados em reboleiras ou, às vezes em plantas isoladas no pomar, onde se observa até 90% de mortalidade de plantas (CAMPOS et al., 2014).

Nos Estados Unidos, uma síndrome similar, denominada Peach Tree Short Life (PTSL) apresenta sintomas similares. No entanto, naquele país a pesquisa obteve porta-enxertos indicados para áreas afetadas pela PTSL, o que reduziu significativamente a mortalidade de plantas (BECKMAN et al., 1996, 2008, 2012, 2019; PARKER et al., 2018; REIGHARD et al., 1990, 2019; WILKINS, 2002). Na microrregião de Pelotas, devido ao uso de caroços de pêssegos descartados no processo de industrialização para a produção de porta-enxertos, o componente porta-enxerto não possui identidade genética conhecida (MAYER; UENO, 2017).

A variabilidade genética do porta-enxerto se expressa por meio de diferenças de vigor, produção, reação às adversidades edafoclimáticas e as doenças. No caso específico da morte precoce, há considerável variabilidade nos sintomas característicos entre as plantas do mesmo pomar, como presença de cancrios nas “pernadas”, queda de gemas, necroses nos ramos, morte de plantas sem sintomas, o que demonstra a influência dos porta-enxertos sobre a síndrome da morte precoce (MAYER; UENO, 2017).

Além do fator genético relacionado ao porta-enxerto (MAYER; UENO, 2012), a qualidade morfológica das mudas possivelmente apresenta papel determinante na capacidade de adaptação às condições de déficit hídrico, encharcamento do solo e variações da temperatura do ar durante o inverno. Esses fatores em interação com mudas de qualidade morfológica inferior possam estar influenciando a mortalidade de plantas nos anos iniciais após a instalação dos pomares (MAYER; UENO, 2021).

1.1 Objetivos Gerais

Avaliar o efeito de porta-enxertos sobre a morfologia de mudas, além da influência no potencial hídrico do ramo em solo franco-arenoso e performance

produtiva em área com histórico de morte-precoce quando comparado a cultivares copa autoenraizadas.

1.2 Objetivos Específicos

- (Capítulo 1). Determinar o efeito do porta-enxerto clonal nas características morfológicas de mudas de pessegueiro (cv. Granada) produzidas em sistema alternativo (em citropotes sobre bancadas, em estufa agrícola), bem como caracterizar as diferenças morfológicas dessas mudas em relação aquelas produzidas no sistema convencional de viveiro a campo.

- (Capítulo 2) Identificar se o sistema radicular das plantas (porta-enxertos clonais ou planta autoenraizada) interfere no crescimento e no potencial hídrico do ramo em função da disponibilidade hídrica de solo franco-arenoso em pomar de pessegueiro 'BRS-Kampai' sem irrigação, em período pós-colheita no verão.

- (Capítulo 3) Avaliar o desempenho e a reação de pessegueiros 'Maciel' autoenraizados ou enxertados sobre diferentes porta-enxertos clonais de *Prunus* spp. propagados vegetativamente por enraizamento de estacas herbáceas, em área sem irrigação com histórico da síndrome da morte precoce.

1.3 Hipóteses

- (Capítulo 1) O sistema de produção de mudas (convencional a campo ou alternativo em citropotes) promove diferenças morfológicas em mudas de pessegueiro 'Granada'.

- (Capítulo 2) O tipo de planta (autoenraizada ou enxertada) e o porta-enxerto clonal influenciam o potencial hídrico e o crescimento de pessegueiros BRS Kampai, no verão em condição de campo sem irrigação.

- (Capítulo 3) O tipo de planta (autoenraizada ou enxertada) e o porta-enxerto clonal influenciam as características vegeto-produtivas da cultivar copa Maciel em área com histórico da morte precoce do pessegueiro.

2. Revisão da Literatura

2.1 Origem e Classificação Botânica

Apesar de o nome remeter à antiga Pérsia, o centro de origem do pessegueiro [*Prunus persica* (L.) Batsch.] é a China, tendo sido domesticado no Noroeste ou Norte daquele país. Algumas características como tamanho do endocarpo, maior proporção

do mesocarpo em relação ao caroço e maturação precoce distinguem o pessegueiro domesticado em relação as espécies silvestres assim como as cultivares existentes atualmente (RASEIRA et al., 2014; ZHENG et al., 2014).

O pessegueiro pertence à família *Rosaceae*, subfamília *Prunoideae*, gênero *Prunus*, subgênero *Amygdalus*. A variedade botânica *vulgaris* representa o pessegueiro comum, enquanto a variedade *nucipersica* corresponde as nectarineiras, as quais possuem pilosidade em seu epicarpo, enquanto a variedade *platycarpa* se caracteriza por produzir frutos de formato achatado (POTTER et al., 2007).

O sistema radicular é pivotante quando propagado através de semente (TWORKOSKI; SCORZA, 2001). Entretanto, quando propagado de forma vegetativa apresenta morfologia de raízes fasciculadas (MAYER et al., 2007) As folhas são completas do tipo composta, de formato lanceolado. As flores são perfeitas, enquanto os frutos são drupas, com mesocarpo suculento e endocarpo duro, conhecido como caroço, que contém no seu interior a semente.

O pessegueiro apresenta variabilidade genética quanto ao hábito de crescimento das plantas. Genótipos com hábito de crescimento anão possuem entrenós curtos, sendo indicados para pomares em maiores densidades. O hábito de crescimento compacto produz plantas com copa densa, com maior emissão de ramos, reduzindo a incidência de luminosidade no interior da copa (TWORKOSKI; SCORZA, 2001). O hábito de crescimento semi-anão é intermediário em relação a anão e compacto. Outro hábito é o que ocorre em alguns híbridos naturais entre pessegueiro e amendoeira, caracterizados pela formação de estruturas frutíferas denominadas “esporões”, como observado em ameixeira, amendoeira e cerejeira (SCORZA et al., 2006).

O hábito de crescimento do tipo “chorão” também é observado em pessegueiro, geralmente utilizado como planta ornamental. Genótipos de folha estreita se caracterizam por possuírem folhas com menos da metade da largura de plantas com outros hábitos de crescimento, além de apresentar maior abertura da copa. Plantas com hábito colunar possuem ramos com menor ângulo de inserção, o que o torna adequado para o plantio em maior densidade (SCORZA; TWORKOSKI, 2006).

Os ramos são classificados em mistos, brindilas, dardos e “ladroes”. Os ramos mistos possuem três gemas por nó, sendo a central vegetativa e as duas laterais floríferas. As brindilas são ramos finos, flexíveis e com menos que 30 cm de

comprimento, prevalecendo gemas floríferas. Dardos são ramos curtos e com numerosas gemas de flor. Os ramos denominados “ladrões” são conhecidos desta forma por apresentar apenas gemas vegetativas, não contribuindo para a produção de frutos, com crescimento vertical e vigoroso (BARBOSA, 1989).

2.2 Importância Econômica

No ano de 2020 o Brasil importou 6.364 toneladas de pêssego in natura, grande parte vindo da Espanha, Chile, Argentina e Estados Unidos, enquanto o pêssego em calda, 270 toneladas foram importadas da Argentina e da Grécia. A importação de pêssegos para consumo in natura é em parte explicada pela sazonalidade da oferta do produto, existindo oferta de pêssego nacional entre agosto e fevereiro, considerando regiões de clima tropical e subtropical, onde é possível obter produção fora da época tradicional da região Sul (AGRIANUAL, 2021).

A produção nacional de pêssegos na safra de 2020 foi de 201.880 toneladas, numa área de 15.590 hectares. O maior produtor do Brasil é o estado do Rio Grande do Sul, com 146.431 toneladas, seguido pelos estados de São Paulo (33.580 ton.), Santa Catarina (17.446 ton.), Minas Gerais (11.904 ton.), Paraná (9.023 ton.) e Espírito Santo (319 ton.) Apesar de apresentar a maior área, o Rio Grande do Sul têm produtividade inferior (11,3 ton. ha) do que São Paulo (22,5 ton. ha), Minas Gerais (19,8 ton. ha) e Santa Catarina (14,3 ton. ha) (IBGE, 2021; AGRIANUAL, 2021).

A baixa produtividade do pessegueiro na microrregião de Pelotas-RS está relacionada ao baixo uso de tecnologias, com predominância de pomares não irrigados e uso de mudas de baixo custo, de baixa qualidade morfológica e com porta-enxerto produzido a partir de caroços de cultivares de pessegueiro descartados pelas indústrias conserveiras. A diferença observada entre as plantas do mesmo pomar é principalmente explicada pela variabilidade genética dos caroços de diversas cultivares copa utilizadas como porta-enxerto. Essa situação, combinada com o baixo uso de tecnologias, contribui para a mortalidade de plantas e redução da vida útil dos pomares, os quais contribuem para a redução da produtividade média, especialmente na microrregião de Pelotas (MAYER et al., 2017).

2.3 Morte-precoce do Pessegueiro

A morte precoce é uma síndrome causada por alguns fatores bióticos e abióticos, sendo relatado pela primeira vez no estado do Rio Grande do Sul na década de 1970 por técnicos da Emater-RS (MAYER; UENO, 2021). Nos Estados Unidos uma síndrome similar, denominada Peach Tree Short Life (PTSL) é responsável pela morte de plantas de pessegueiro, geralmente entre 3 e 7 anos de idade, observando-se sintomas como atraso no florescimento, folhas pequenas e escurecimento interno do lenho, de onde é exalado odor fermentativo (RITCHIE; CLAYTON, 1981).

Dentre os fatores associados à PTSL estão o nematóide anelado (*Mesocriconema xenoplax*) e nematóides causadores de galhas do gênero *Meloidogyne* spp. (NYCZEPIR et al., 1985), o cancro bacteriano (*Pseudomonas syringae*) (WEAVER, 1978), além do dano por frio em decorrência da poda realizada no outono (NYCZEPIR, 1990). No Rio Grande do Sul, a morte-precoce é causada por outros agentes causais, como períodos de anoxia do sistema radicular, além de hospedeiros do sistema radicular, nematoides do gênero *Helicotylenchus* e da espécie *Mesocriconema xenoplax* (CARNEIRO et al., 1993; MARAFON et al., 2009; GOMES et al., 2010).

Tendo em vista os problemas abióticos, como déficit hídrico e encharcamento, além de fatores bióticos, como o parasitismo de nematóides, tem sido avaliada a tolerância de seleções de porta-enxertos de *Prunus* aos fatores citados, seja isolado ou em combinação (DICHIO et al., 2004). O uso de porta-enxertos selecionados e propagados de forma que mantenha suas características de interesse possibilitou o cultivo de pêssego em áreas com limitações de ordem edafoclimáticas (MORENO, 2004).

Nos Estados Unidos o problema de morte precoce de pessegueiros em áreas de com histórico de PTSL tem sido contornado através do uso dos porta-enxertos 'Lovell', 'Guardian[®]', 'MP-29[®]' e 'Sharpe' (BECKMAN et al., 1996, 2008, 2012, 2019; PARKER et al., 2018; REIGHARD et al., 1990, 2019). No Brasil o uso de porta-enxertos não-selecionados pode ser uma das causas da morte de plantas em pomares da microrregião de Pelotas (MAYER; UENO, 2012). Em experimento de campo em área com histórico de morte precoce, envolvendo pessegueiros enxertados sobre porta-enxertos de umezeiro (*P. mume*), propagados por sementes, também foi observado acentuada variabilidade, principalmente de vigor, produção por planta e tolerância à morte precoce (MAYER et al., 2015).

Além dos fatores bióticos, fatores climáticos e edáficos comprometem a vida útil de pomares da região de Pelotas. O encharcamento de solos causado por horizonte impermeável próximo às raízes ou em períodos de alta precipitação pode ser um dos fatores que predispõem as plantas à morte precoce, causando a diminuição da concentração de oxigênio dissolvido na solução do solo (ROWE; CATLIN, 1971; FINARDI, 1995). O pessegueiro, assim como o damasqueiro-japonês são consideradas espécies sensíveis ao encharcamento do solo, acumulando etanol em raízes e ramos, enquanto *P. salicina* (moderadamente tolerante) e *P. japonica* (tolerante) não acumulam concentração significativa de etanol, mesmo após 10 dias de encharcamento (MIZUTANI et al., 1982).

2.4 Porta-enxertos

De acordo com o Registro Nacional de Cultivares (RNC), do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), encontram-se registradas as seguintes cultivares de porta-enxerto do gênero *Prunus* spp. no Brasil. Algumas dessas cultivares foram incluídas nos experimentos desta dissertação.

Sharpe

A cultivar de porta-enxerto Sharpe (nº registro: 32464) foi introduzida no Brasil no ano de 2010, pela Embrapa Clima Temperado (MAYER; UENO, 2015). Foi lançada no ano de 2008 pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, em conjunto com a Universidade da Flórida. É uma cultivar híbrida supostamente oriunda de cruzamento natural entre a ameixeira ‘Chickasaw’ [*Prunus angustifolia* (Marsh.)] com uma espécie desconhecida de ameixeira.

Apresenta moderado vigor, sendo considerado de hábito semi-anão, além de promover baixo número de brotações proveniente das raízes. Exige em torno de 500 horas de frio ($< 7^{\circ}\text{C}$) para saída de dormência das gemas. É facilmente propagada vegetativamente, seja através de estacas herbáceas ou lenhosas. Uma das principais características deste porta-enxerto é a maior tolerância em áreas com histórico de PTSL, sendo indicado para o replantio em locais acometidos pela síndrome (BECKMAN et al., 2008).

Rigitano

A cultivar de porta-enxerto Rigitano (nº registro: 30855) pertence a espécie Umezeiro [*Prunus mume* (Siebold & Zucc.)], também conhecida como damasqueiro-japonês ou damasqueiro-da-China. É oriundo de programa de melhoramento da

Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (UNESP, Jaboticabal, SP) (PEREIRA et al., 2007) tendo sido registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento no ano de 2013.

Nas condições edafoclimáticas do interior paulista a cultivar de porta-enxerto Rigitano promove maior massa, diâmetro equatorial e longitudinal de frutos da cv. Aurora-1 quando comparado a mesma cultivar copa sobre 'Okinawa' obtido por sementes (MATHIAS et al., 2008). É propagado vegetativamente através de estacas herbáceas, atingindo porcentagens de enraizamento suficientes para a propagação em escala comercial (MAYER et al., 2001).

Na microrregião de Pelotas-RS, 'Rigitano' têm promovido maior massa de frutos às cultivares BRS-Kampai em relação a 'Capdeboscq' (MAYER et al., 2021). 'Rigitano' demonstrou compatibilidade de enxertia com a cv. Barbosa, enquanto 'Clone 15' (*Prunus mume*) provocou a morte da cultivar copa por incompatibilidade. Entretanto, proporcionou menor diâmetro do tronco em relação a cv. Barbosa autoenraizada (OLDONI et al., 2019).

Flordaguard

'Flordaguard' (nº registro: 49833) [*Prunus persica* (L.) Batsch] foi lançado pela Universidade da Flórida. Apresenta requerimento de ~300 unidades de frio, se diferenciando por apresentar folhas vermelhas (SHERMAN et al., 1991). É indicado para áreas infestadas com nematóides formadores de galhas. Sua progênie apresenta folhas vermelho escuras quando oriunda de autopolinização, no entanto, quando ocorre polinização cruzada, seus descendentes apresentam folhas verdes avermelhadas (FERGUSON, CHAPARRO, 2007). No estado de São Paulo têm promovido maior vigor à nectarineira cv. Sunraycer em relação a 'Okinawa' (JIMENES et al., 2018).

Na microrregião de Pelotas-RS, 'Flordaguard' proporciona maior produtividade, número de frutos e produção por planta na cv. BRS-Kampai em relação ao tradicional 'Capdeboscq' (MAYER et al., 2021). É indicado para solos arenosos, demonstrando ótimos níveis foliares de Ca, K e Mg no pessegueiro cv. UFSun (SHAHKOOHAHALLY et al., 2020). Além disso, é indicado para solos com altos níveis de Zn trocáveis (SOMAVILLA et al., 2018).

Okinawa

O cultivar Okinawa (nº registro: 03236) [*Prunus persica* (L.) Batsch] foi registrado em 1999 e seu mantenedor é o IAC – Instituto Agrônomo de Campinas

(MAPA, 2022). É o principal porta-enxerto para frutíferas de caroço utilizado na região Sudeste do país. Sua necessidade de frio é estimada em 100 horas. É tradicionalmente propagado através de sementes, apesar de promover similar ancoragem às plantas quando propagado através de estacas herbáceas (MAYER et al., 2007).

Na microrregião de Pelotas-RS, 'Okinawa' promove similar produtividade à cv. BRS-Kampai do que 'Capdeboscq' (MAYER et al., 2021). Em condições edafoclimáticas similares, promoveu produtividade similar a 'Aldrighi', 'Capdeboscq', 'Flordaguard' e 'Nemaguard' à cv. Maciel (MAYER et al., 2019).

Nanomais

A cultivar Nanomais (n° registro: 33779) foi desenvolvida pela empresa Clone Viveiros, sendo registrada em 2015 (MAPA, 2022). É um porta-enxerto semi-anão para pessegueiro. Algumas vantagens do uso dessa cultivar são a menor intensidade de poda, não necessita de poda de verão, permitindo maior insolação aos frutos. Entretanto, não tolera excesso de água no solo, além disso, exige sistema de irrigação, pois apresenta baixa tolerância ao déficit hídrico (CLONE VIVEIROS E FRUTICULTURA, 2022).

A9

A cultivar A9 (n° registro: 29592) foi desenvolvido pela empresa Clone Viveiros, tendo sido registrada no ano de 2012 (MAPA, 2022). Promove redução de 25-35% do volume da copa quando comparado a cultivares enxertadas sobre 'Okinawa'. Entretanto, apresentam relativa sensibilidade ao déficit hídrico no primeiro ano após o transplântio para o campo (CLONE VIVEIROS E FRUTICULTURA, 2022).

Além dessas cultivares, desenvolvidas para a finalidade de uso como porta-enxerto, também foram utilizadas, no passado, duas cultivares-copa como porta-enxerto, cujas principais características são apresentadas abaixo:

Aldrighi

A cultivar Aldrighi (n° registro: 01911) foi selecionada como cultivar copa por produtor de sobrenome Aldrighi, em Pelotas-RS, na década de 1940. Até a década de 1960 era praticamente a única cultivar copa para industrialização. Desta forma, devido a ausência de cultivares de porta-enxertos, as sementes de 'Aldrighi' descartados no processo de industrialização foram amplamente utilizadas como material propagativo para a obtenção de porta-enxerto (RASEIRA et al., 2014).

Apresenta em torno de 350 horas de frio para superar a dormência. As plantas apresentam vigor médio (RASEIRA et al., 2014).

Capdeboscq

A cultivar Capdeboscq (n° registro: 02340) lançada como cultivar copa para industrialização. A estimativa da exigência em frio é de cerca de 300 horas. Embora atualmente não seja muito utilizado para a produção de frutos, seu uso como porta-enxerto para frutíferas de caroço se difundiu no sul do país, devido a adaptação edafoclimática e vigor conferido à copa (RASEIRA et al., 2014).

Nas condições edafoclimáticas de Passo Fundo-RS, 'Capdeboscq' propiciou similar diâmetro do tronco à cv. Barbosa quando comparado aos porta-enxertos 'Flordaguard' e 'Okinawa' (OLDONI et al., 2019). Na microrregião de Pelotas-RS, proporcionou menor número de frutos à cv. BRS-Kampai do que 'Nemared' (MAYER et al., 2021).

No entanto, como atualmente as cultivares Aldrichi e Capdeboscq praticamente deixaram de ser cultivadas comercialmente para a industrialização, a disponibilidade de sementes dessas cultivares é praticamente inexistente, nas indústrias de conservas da microrregião de Pelotas-RS, principalmente devido à grande disponibilidade de diversas cultivares tipo indústria e que atualmente são cultivadas. Portanto, com a existência dessa variabilidade genética como resíduo da indústria conserveira, os caroços dessas cultivares passaram a ser utilizados para a produção de porta-enxertos pelos viveiristas que não dispõem de matrizeiro próprio de cultivares de porta-enxerto. O uso dos caroços da indústria, para a produção dos porta-enxertos, passou a ser denominado "caroço de indústria", ou seja, sem definição varietal.

Além das cvs. de porta-enxertos registradas no Registro Nacional de Cultivares do MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento), anteriormente mencionadas, também foram utilizadas as seguintes cvs., seleções e espécies de *Prunus* spp. como porta-enxerto: Barrier (*P. persica* x *P. davidiana*), Cadaman (*P. persica* x *P. davidiana*), GF 677 (*P. persica* x *P. amygdalus*), G x N.9 (*P. persica* x *P. dulcis*), Rigitano (*P. mume*), Clone 15 (*P. mume*), México Fila 1 (*P. persica*), Tsukuba-1 (*P. persica*), Tsukuba-2 (*P. persica*), Tsukuba-3 (*P. persica*), Nemared (*P. persica*), Ishtara [(*P. cerasifera* x *P. salicina*) x (*P. cerasifera* x *P. persica*)], Tardio-1 (*P. persica*), De Guia (*P. persica*), Rosaflor (*P. persica*), *P. mandshurica* (*P. mandshurica*) e Santa Rosa (*P. salicina*).

Também foram utilizadas três seleções (nome das seleções) de porta-enxerto da Embrapa Clima Temperado, selecionadas como tolerantes a morte precoce do pessegueiro em pomares afetados pela síndrome (Boletim MAYER et al., 2009)

2.5 Cultivares Copa

No presente trabalho foram avaliadas plantas de três cultivares copa (produtoras de fruto) de pessegueiro, a seguir descritas:

Granada

A cultivar Granada (nº registro: 27845) foi obtida em 1983 a partir de polinização livre da cultivar Cerrito. A planta apresenta reduzido vigor, com formato de copa semi-aberto. Exige acúmulo em torno de 300 horas de frio ($< 7,2^{\circ}\text{C}$) para a saída do período de dormência, atingindo a plena floração entre meados a final de agosto. Seus frutos possuem peso médio de 120 g, película amarela, com potencial para atingir até 40% de coloração vermelha na maturação, geralmente na primeira quinzena de novembro, com sólidos solúveis de 8 °Brix a 11 °Brix, com polpa amarela, firme, aderida ao caroço e de sabor levemente doce-ácido (RASEIRA et al., 2014). É uma das quatro cultivares produtoras de frutos para industrialização mais cultivadas na microrregião de Pelotas-RS.

BRS-Kampai

A cultivar BRS-Kampai (nº registro: 25444) é produtora de frutos para consumo in natura. Foi obtida através de hibridação controlada entre as cultivares Chimarrita e Flordaprince ($\text{♂ Flordaprince} \times \text{♀ Chimarrita}$), na Embrapa Clima Temperado. A planta apresenta vigor médio e crescimento semi-vertical. Exige acúmulo de aproximadamente 200 horas de frio para a saída do período de dormência, atingindo a plena floração geralmente na segunda dezena de julho. Seus frutos possuem peso médio de 120g, com película que pode atingir 80% de coloração vermelho na maturação, entre a segunda e terceira semana de novembro (em Pelotas-RS), com sólidos solúveis de 9 °Brix a 13 °Brix, com polpa branco-esverdeada, semilivre do caroço e com leve acidez (RASEIRA et al., 2014).

Maciel

A cultivar Maciel (nº registro: 02349) foi obtida a partir de cruzamento entre ‘Conserva 171’ e ‘Conserva 334’, ambas seleções da Embrapa Clima Temperado. A planta apresenta vigor médio, com formato de copa aberto. Exige acúmulo em torno de 200 a 300 horas de frio para a saída do período de dormência, atingindo a plena floração entre o final de julho e início de agosto. Seus frutos possuem tamanho grande,

com peso médio de 120 g, película amarelo-ouro com até 20% de vermelho na maturação, entre a segunda e terceira semana de dezembro, com sólidos solúveis de 11 °Brix a 16 °Brix, com polpa amarela, firme, aderida ao caroço e de sabor doce-ácido (RASEIRA et al., 2014). É uma das quatro cultivares produtoras de frutos para industrialização mais cultivadas na microrregião de Pelotas-RS.

2.6 Déficit Hídrico

O déficit hídrico ocorre quando a precipitação é inferior à evapotranspiração, reduzindo gradativamente o volume de água disponível no solo (OPAZO et al., 2020). A menor disponibilidade hídrica no solo leva ao fechamento estomático, na tentativa de reduzir a perda de água por transpiração foliar. Entretanto, causa redução da assimilação de CO₂, da taxa fotossintética líquida, além de tornar o potencial hídrico foliar mais negativo (Ψ_w) (JIMÉNEZ et al., 2013; MARTINAZZO et al., 2011; RICKES et al., 2017; HAIDER et al., 2018). O fechamento estomático também é sinalizado pela síntese de ácido abscísico (KSOURI et al., 2016), causando a redução da fotossíntese e do crescimento vegetativo, além de reduzir a massa dos frutos (BERMAN; DEJONG, 1996; OPAZO et al., 2019; BHUSAL et al., 2020).

A absorção de água pode ser observada pela transpiração nos vegetais, que aumenta linearmente com o aumento do déficit de pressão de vapor na atmosfera (YANG et al., 2012). Com a absorção da água pelas plantas a umidade do solo diminui e a tensão em que as moléculas permanecem adsorvidas às partículas do solo aumenta (HENDRICKX et al., 1990), exigindo a redução do potencial de água no tecido vegetal para manter o gradiente que regula o movimento de água entre o solo e a planta (MCCUTCHAN et al., 1992).

O volume de água no solo disponível às plantas (CAD) varia de acordo com a textura, teor de matéria orgânica (EMERSON, 1995) e profundidade do sistema radicular (MONDRAGÓN-VALERO et al., 2017). A demanda hídrica do pessegueiro é influenciada pela fenologia, apresentando a maior evapotranspiração da cultura durante o crescimento dos ramos, em clima subtropical (ZAMBRANO-VACA et al., 2020). O déficit hídrico controlado durante a fase de endurecimento do caroço e pós-colheita mantém a produtividade do pessegueiro, possibilitando a economia de água (GIRONA et al., 2005).

De acordo com dados do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), a região que compreende o município de Pelotas apresenta histórico de déficit hídrico de

10mm no mês de novembro, 50mm nos meses de dezembro e janeiro, saldo positivo de 15mm em fevereiro e déficit de 35mm no mês de março, na série histórica de 1981-2010 (INMET, 2021). A região apresenta probabilidade de precipitação igual ou superior à evapotranspiração abaixo de 30% entre os meses de novembro e de janeiro, apresentando, portanto, grande chance de ocorrência de déficit hídrico nesse período do ano (LEIVAS et al., 2006).

Além disso, os solos dessa microrregião apresentam baixa capacidade de retenção de água (TIMM et al., 2007). Solos com baixa retenção de água necessitam de irrigações ou precipitações mais frequentes e com menor lâmina de água aplicada/precipitada, para manter a umidade adequada para absorção das plantas. Abaixo de determinada umidade do solo, que varia de acordo com a textura, a água presente no solo torna-se indisponível às plantas, sendo possível determinar a tensão da água no solo a partir de um tensiômetro (BERMAN; DEJONG, 1996).

A tensão da água no solo refere-se a força com que as moléculas de H₂O estão adsorvidas às partículas do solo. A lâmina de irrigação pode ser definida através da diferença entre a capacidade de retenção e a tensão correspondente à umidade de irrigação. Por meio da curva de retenção de água no solo é definida a tensão correspondente à umidade de irrigação. Para o pessegueiro a umidade volumétrica do solo pode ser mantida entre 50 e 75% da capacidade de água disponível (TIMM et al., 2007).

As características físicas e químicas do solo podem aumentar ou diminuir o volume de solo potencialmente explorado pelo pessegueiro, afetando diretamente o volume de água disponível às plantas (GONZALEZ et al., 2012; TERRA et al., 2014). Segundo Mayer et al. (2007a; 2007b) os cultivares de porta-enxerto 'Clone 15' (*P. mume*) e 'Okinawa' (*P. persica*) em espaçamento de 1m (entre plantas) x 6m (entre linhas), em solo de textura arenosa média em Taiaçu-SP, distribuíram aproximadamente 80% da massa seca de raízes em área de 1m² ao redor do tronco e até 40 cm de profundidade no solo (0,4m³). Contudo, o crescimento do sistema radicular é afetado por características texturais e químicas do solo, como densidade, CTC, teor de matéria orgânica, pH, alumínio trocável e fertilidade (PETRY et al., 2016).

O déficit hídrico na fase III de crescimento do fruto reduz significativamente a sua massa e o seu diâmetro, no entanto, aumenta a concentração de sólidos solúveis (LOPEZ et al., 2010). Apesar do déficit hídrico não reduzir a massa do fruto quando ocorre no período endurecimento do caroço (NAOR, 1995), tanto o potencial hídrico

do ramo quanto a taxa de crescimento do tronco são reduzidos pela falta de água nesse período (MARSAL et al., 2002).

O crescimento do fruto depende do aumento da concentração de açúcares solúveis no fruto, levando a absorção de água por osmose (YAMAKI, 2010). No caso do pessegueiro o açúcar acumulado em maior concentração nas células do fruto é a sacarose (MORIGUCHI et al., 1990; BYRNE et al., 1988; BROOKS et al., 1993). Entretanto, sorbitol é o açúcar encontrado em maior quantidade nas raízes e nas folhas (JIMÉNEZ et al., 2013), além de ser o principal açúcar transportado via floema (MOING et al., 1997).

Na primeira fase de crescimento do fruto ocorre o acúmulo de açúcares de forma simplástica, a favor do gradiente de concentração, sem gasto de energia. Na fase de crescimento rápido do fruto, o carregamento é apoplástico, contra um gradiente de concentração, exigindo energia (ATP) e disponibilidade hídrica para o fluxo de seiva através dos elementos de tubos crivados do floema (descarregamento do floema) para as células do fruto (VIZZOTTO et al., 1996; ZANON et al., 2014).

Além do tamanho do fruto, a disponibilidade hídrica afeta sua qualidade, sendo que em solo Franco Argilo Arenoso a firmeza de polpa foi significativamente menor em plantas da cultivar Esmeralda sem irrigação quando comparadas com plantas irrigadas, porém, o manejo da irrigação não alterou significativamente o teor de sólidos solúveis (MONTEIRO et al., 2016). Além da qualidade dos frutos, o estresse hídrico no pessegueiro diminui o crescimento de ramos do ano (BERMAN; DEJONG, 1996).

O déficit hídrico limita ainda a absorção de nitrogênio, reduzindo seu conteúdo em gemas floríferas (DICHIO et al., 2007), tendo em vista que a remobilização de nitrogênio depende do fluxo transpiratório (GRASSI et al., 2002). Contudo, em períodos de restrição hídrica o pessegueiro aumenta a resistência à difusão da água, fechando os estômatos, diminuindo a transpiração, como uma forma de evitar a perda excessiva de água, com isso reduzindo a produção de biomassa (FOREY et al., 2017).

2.7 Encharcamento do Solo

O encharcamento do solo ocorre quando todos os poros do solo estão preenchidos por água, ou seja, o solo encontra-se saturado. A saturação do solo por períodos prolongados modifica a composição da rizosfera, causando a queda da concentração de oxigênio (O_2) dissolvido na sua solução (KLUMB et al., 2019), levando a hipoxia (baixa concentração de O_2) e até anoxia (ausência de O_2). O O_2 é

essencial para a respiração das plantas, afetando o crescimento de plantas, como observado nos gêneros *Vitis* (MANCUSO; BOSELLI, 2002) e *Prunus* (IACONA et al., 2013).

A sensibilidade de espécies do gênero *Prunus* à hipoxia é maior a 27°C quando comparado a 17°C (ROWE; CATLIN, 1971). Quando submetido ao encharcamento, ocorre o escurecimento interno na região do colo e das raízes de pessegueiro (BIANCHI et al., 2004), evidenciando a necrose do tecido. Por outro lado, observou-se boa tolerância em alguns cultivares de porta-enxertos para ameixeira e cerejeira, como 'Marianna 2624' (*P. cerasifera* x *P. munsoniana*) e 'Cab 6P' (*P. cerasus*), com 100% de sobrevivência, onde se observa a formação de aerênquima quando submetidas a 14 dias de encharcamento (PIMENTEL et al., 2014).

Uma das consequências da menor produção de energia em condições de hipoxia é a menor absorção de nitrato (NO_3^-). Comportamento diferente nos genótipos tolerantes os quais mantiveram a absorção deste nutriente após 20 dias de encharcamento. Dentre as características que aumentam tolerância à hipoxia estão a formação de aerênquima. Além disso foi observado que cultivares de porta-enxertos sensíveis ('CAB6P' e 'Mazzard F12/1') de *Prunus* spp. apresentaram gasto de 4,0 mmol de O_2 para cada mmol de N absorvido, enquanto o genótipo tolerante ('Marianna 2624') utilizou apenas 2,2 mmol de O_2 por mmol de N absorvido (TORO et al., 2018).

Apesar da tolerância de cultivares como 'Marianna 2624' (PIMENTEL et al., 2016; TORO et al., 2018) e 'Santa Rosa' (GUERRA et al., 1992) ao encharcamento, a incompatibilidade de enxertia dessas cultivares como porta-enxerto para pessegueiro impossibilita sua adoção (NEVES et al., 2017). A cultivar 'Capdeboscq', bastante utilizada no passado como porta-enxerto no estado do Rio Grande do Sul, é considerada suscetível à condição de hipoxia, pois não foi selecionada para esta condição, o que em parte poderia explicar a morte de plantas de pessegueiro sob condição de encharcamento (KLUMB et al., 2017).

O nitrogênio, absorvido na forma do íon nitrato (NO_3^-) é essencial para a manutenção do crescimento vegetal, além de que pode ser utilizado como substituto ao oxigênio como aceptor final de elétrons, na cadeia transportadora de elétrons na membrana interna da mitocôndria (GUPTA; IGAMBERDIEV, 2016; LIMAMI et al., 2014). Tendo em vista que aproximadamente 40% do gasto energético do metabolismo das raízes é utilizada na absorção de nitrogênio, o fornecimento de nitrato (NO_3^-), substituindo o O_2 como aceptor de elétrons, poderia melhorar a

eficiência respiratória de raízes em condições de encharcamento (VAN DER WERF et al., 1988).

Naquelas espécies em que ocorre um comprometimento da atividade da cadeia transportadora de elétrons, o piruvato que é formado na glicólise, em condições anaeróbicas, ao invés de entrar na mitocôndria e seguir as próximas etapas da respiração, será transformado em lactato, ou então em acetaldeído e posteriormente a etanol. Quando submetidas a condição de encharcamento, *P. persica* e *P. mume* apresentaram acúmulo de etanol mais rápido do que *P. salicina* e *P. japonica* no sistema radicular (MIZUTANI et al., 1982). A condição de solo saturado estimula ainda a hidrólise de glicosídeos cianogênicos, gerando cianeto, de forma mais acentuada em *P. persica* do que em *P. cerasifera* (ROWE; CATLIN, 1971).

O cianeto é tóxico para organismos aeróbicos, bloqueando a cadeia de transporte de elétrons na respiração, devido a inibição do citocromo oxidase, causando a morte de tecidos (POULTON, 1990). Entretanto, a enzima alternativa oxidase (AOX) é insensível ao cianeto, recebendo elétrons na cadeia transportadora de elétrons, reduzindo O_2 em H_2O , desviando e mantendo o fluxo de elétrons, mitigando a produção de espécies reativas de oxigênio (UMBACH et al., 2005), porém este processo leva a uma menor produção de ATP por fosforilação oxidativa.

Desta forma, a fermentação pode ter um papel importante na manutenção da integridade celular, regenerando poder redutor (NADH) para manter a produção de ATP via glicólise. Contudo, sob condições de anoxia observou-se menor atividade mitocondrial (menor transporte de elétrons) em raízes e folhas de pessegueiro quando comparadas a condição de normoxia (solo não saturado), levando a um menor crescimento de ramos e nós desenvolvidos, assim como menor acúmulo de massa seca da parte aérea e raízes (IACONA et al., 2013).

As características do meio físico onde as raízes se desenvolvem apresentam propriedades como porosidade, água facilmente disponível e difusibilidade do O_2 , que afetam significativamente o acúmulo de massa seca em *Prunus* (ALLAIRE et al., 1996). Desta forma, o pessegueiro é exigente em condições físicas do solo, que favoreçam a drenagem e proporcionem boa aeração ao seu sistema radicular. O tráfego excessivo de máquinas no pomar, em condições de umidade elevada, promove a compactação do solo, que em outras palavras, causa a diminuição do espaço poroso, levando ao menor crescimento horizontal do sistema radicular, com menor exploração de volume de solo e de seus recursos (PETRY et al., 2016).

2.8 Respostas Fisiológicas ao Estresse Hídrico

O crescimento e desenvolvimento das plantas são limitados por fatores ambientais adversos como déficit hídrico (BARTOLINI et al., 2020) e encharcamento do solo (INSAUSTI; GORJÓN, 2013). O déficit hídrico e o encharcamento causam reduções significativas de parâmetros da fotossíntese como taxa fotossintética líquida, condutância estomática e transpiração (MARTINAZZO et al., 2013), além de causar a degradação de membranas celulares, comprometendo os aparatos fotossintético e respiratório (JAVADI et al., 2017).

O movimento da água ocorre através de um gradiente de concentração, por osmose. A água pura possui potencial igual a zero. No entanto, nas células vegetais os solutos, como açúcares solúveis e íons, reduzem o potencial de água, propiciando a absorção da mesma do solo. Um dos fatores que limitam a absorção de água pelas plantas é a máxima pressão hidrostática que suas células são capazes de suportar, neste ponto de pressão as células atingem o turgor celular. No solo tanto os íons dissolvidos na solução quanto a força de adsorção das partículas reduzem tal potencial (TIMM et al., 2007).

Em períodos de déficit hídrico o potencial de água no solo é reduzido, com isso, uma das estratégias das plantas é o acúmulo de solutos, como sorbitol, observado em folhas e raízes de cerejeira (*Prunus avium*) (CENTRITO, 2005). Em ameixeira japonesa (*Prunus salicina*) houve acúmulo significativamente superior de sólidos solúveis no fruto. Entretanto, a massa do fruto foi reduzida significativamente devido à falta de água necessária para a expansão celular (MAATALLAH et al., 2015). No pessegueiro também se observa a redução da massa fresca de frutos apesar do aumento na concentração de sólidos solúveis (MAHHOU et al., 2006), entretanto, o acúmulo de açúcares solúveis em condição de déficit hídrico varia de acordo com o genótipo (RIEGER et al., 2003).

O potencial hídrico (Ψ_w) torna-se mais negativo (MCCUTCHAN; SHACKEL, 1992; BERMAN; DEJONG, 1996) através do acúmulo de solutos como prolina, mantendo a entrada de água por osmose ou evitando a perda para o ambiente (SOFO et al., 2004). O acúmulo de prolina foi observado em diversas espécies quando submetidas ao déficit hídrico (SINGH et al., 1972; YAMADA et al., 2005; MOHAMMADKHANI; HEIDARI, 2008), assim como no gênero *Prunus* (FENG et al., 2017; WANG et al., 2019). Em macieira (*Mallus spp.*) os genótipos com maior acúmulo

de prolina tiveram menor peroxidação de membranas celulares, demonstrando a ação protetora deste aminoácido às membranas celulares (ZHANG et al., 2015).

O potencial hídrico do ramo pode ser utilizado para avaliar a necessidade de irrigação, integrando em si as condições do solo e da atmosfera (MCCUTCHAN; SHACKEL, 1992). O porta-enxerto tem a capacidade de alterar o potencial hídrico do ramo (GHRAB, 2015; MAYER et al., 2014), pois afetam características que tornam as plantas mais eficientes no uso da água (TWORKOSKI et al., 2016), como a capacidade de ajuste osmótico (JIMÉNEZ et al., 2013). Além do genótipo ou combinação porta-enxerto/copa, tanto a umidade do solo quanto o déficit de pressão de vapor são variáveis que influenciam os valores de potencial hídrico do ramo (MCCUTCHAN; SCHACKEL, 1992).

Além do acúmulo de solutos, o déficit hídrico leva ao fechamento dos estômatos, evitando a perda excessiva de água por transpiração, contudo, esse mecanismo causa o aumento da temperatura foliar em *Prunus*, além da redução do potencial hídrico (Ψ_w) (GARCÍA-TEJERO et al., 2019). No pessegueiro a assimilação de CO₂ atinge seu máximo a 30°C de temperatura foliar (CREWS et al., 1975). Porta-enxertos vigorosos mantêm a assimilação de carbono e o potencial hídrico foliar através da translocação de foto-assimilados para maior crescimento radicular, enquanto porta-enxertos de menor vigor controlam a perda de água alterando a condutância estomática induzida pela maior produção de ácido abscísico (ABA) (TWORKOSKI et al., 2016).

Porta-enxertos do gênero *Prunus* apresentam diferentes respostas ao estresse hídrico, como redução significativa de transpiração após 4 dias de déficit hídrico nas cvs. 'Capdeboscq' (*P. persica*) e 'Marianna 2624' (*P. cerasifera* x *P. munsoniana*), enquanto a cv. 'Julior' (*P. insititia* x *P. domestica*) reduziu significativamente a transpiração no 7º dia em plantas submetidas ao déficit hídrico e ao encharcamento. A cv. 'Capdeboscq' (*P. persica*) apresentou queda significativa da taxa fotossintética após 48 horas de déficit hídrico, enquanto porta-enxertos de outras espécies, como 'Marianna 2624' (*P. cerasifera* x *P. munsoniana*) e 'Julior' (*P. insititia* x *P. domestica*) mantiveram a taxa fotossintética até 6 dias do início do déficit hídrico (KLUMB et al., 2016).

Uma das consequências da hipoxia e do déficit hídrico é a síntese de moléculas reativas de oxigênio e hidrogênio (EROS), oxidam membranas de organelas, dentre elas o cloroplasto, causando a clorose e posterior abscisão foliar. O conteúdo de

clorofilas reduziu entre 8,8% e 27,9% em porta-enxertos sensíveis ao alagamento ['Maxma 14' (*P. mahaleb* x *P. avium*), 'Colt' (*P. avium* x *P. pseudocerasus*), 'Maxma 60' (*P. mahaleb* x *P. avium*), 'Mazzard F12/1' (*P. avium*)], enquanto que em porta-enxerto tolerante ['Cab 6' (*P. cerasus*)] apresentou incremento de 14,8% em condição de solo saturado (PIMENTEL et al., 2014).

As principais cultivares utilizadas para a função porta-enxerto na região de Pelotas-RS, até o final da década de 1970, foram 'Capdeboscq' e 'Aldrichi', pertencentes a espécie *Prunus persica*. A cultivar 'Capdeboscq', tradicionalmente utilizada, é considerada sensível ao encharcamento do solo (KLUMB et al., 2017; MEESCHMIDT et al., 2015). O uso destas cultivares sensíveis pode ser uma das causas da morte precoce do pessegueiro no estado do Rio Grande do Sul (MAYER et al., 2017).

2.8 Produção de Mudanças de Frutíferas de Carvão

De acordo com as normas estabelecidas para o estado do Rio Grande do Sul, mudas de pessegueiro enxertadas devem conter a identificação do porta-enxerto e da cultivar-copa, possuir diâmetro mínimo de 1 cm medidos a 5 cm acima do enxerto; haste principal com 50 cm de altura entre o ápice e o colo, com ramos secundários de, no máximo 25 cm de comprimento; altura do enxerto entre 10 e 20 cm acima do colo, com raízes secundárias abundantes. Além disso, o sistema radicular não deve possuir fitonematóides como *Mesocriconema xenoplax*, *Meloidogyne* spp. e *Pratylenchus* spp. (RIO GRANDE DO SUL, 1998).

No sistema tradicional de produção de mudas de frutíferas de carvão do sul do Brasil, a produção de mudas é feita a partir de porta-enxertos de identidade desconhecida, em condições de viveiro a campo (Figura 1). Nessas condições, a possibilidade de ocorrência de fitonematóides não garante a qualidade fitossanitária das mudas, uma vez que o material vegetal utilizado como porta-enxerto não possui resistência comprovada a fitonematóides. Além disso, não existem nematocidas registrados para a cultura do pessegueiro no Brasil (MAPA, 2022).

Entretanto, em países como Espanha, os porta-enxertos híbridos entre pessegueiro e amendoeira 'Adafuel', 'Felinem', 'Garnem' e 'Monegro' (*P. persica* x *P. dulcis*) são propagados de forma assexuada a partir de estacas, evitando a segregação fenotípica oriunda da propagação sexuada (CAMBRA, 1990; FELIPE, 2009). Na Itália a micropropagação dos cultivares de porta-enxertos GF677 (*P.*

amigdalus x *P. persica*), Tetra®, Penta® (*P. domestica*), MRS2/5 (*P. cerasifera*) e Julior® (*P. insititia* x *P. salicina*) é feita em larga escala (BATTISTINI; PAOLI, 2002).

A manutenção de características selecionadas em um cultivar de porta-enxerto levado à homozigose pode ser feita através da produção de sementes em um matrizeiro isolado de outras cultivares (GONZALEZ et al., 2012; TERRA et al., 2014). Entretanto, muitas propriedades rurais possuem pequenas áreas, inviabilizando essa prática devido ao risco de polinização cruzada com cultivares de pomares próximos. Desta forma, a propagação vegetativa ou assexuada é uma alternativa viável para a produção de mudas de pessegueiro com identidade genética definida (MAYER et al., 2021).

A facilidade de enraizamento em estacas herbáceas de cultivares de porta-enxerto é uma das características necessárias a produção em escala comercial. As porcentagens de enraizamento são influenciadas pela cultivar, concentração de auxinas, época do ano e substrato (TEWFIK, 2001, MAYER et al., 2015). No Brasil, a estaquia herbácea de pessegueiro tem demonstrado bons resultados (>95% de estacas enraizadas) utilizando vermiculita de granulometria média, tratando a base das estacas com solução de AIB a 300 mg L⁻¹ (NICOLAO et al., 2021; LACKMAN et al., 2022).

Após o enraizamento as estacas são transplantadas para recipientes, mantidos sob ambiente protegido, onde é possível obter significativa sobrevivência no período de aclimação (TOMAZ et al., 2016). Em ambiente protegido é possível obter mudas de pessegueiro enxertadas sobre porta-enxertos clonais em período de 14 meses, quando a enxertia da cultivar copa é feita através de gema ativa no verão (TOMAZ et al., 2014). Desta forma, a escolha do substrato utilizado para a formação das mudas é de suma importância, tendo em vista que o volume explorado pelas raízes é limitado pelo recipiente utilizado.

As características físico-químicas do substrato (vermiculita, casca de arroz, etc) influenciam de forma significativa a emissão de pêlos radiculares em *Prunus*, responsáveis pela absorção de nutrientes (MONDRAGÓN-VALERO et al., 2017). As principais características físicas são a densidade e porosidade, as quais influenciam a drenagem e a capacidade de retenção de água. Características químicas como pH e fertilidade são importantes, embora a última possa ser suplementada através de fertirrigação (TOMAZ et al., 2016).

As características físicas do solo ou substrato do viveiro são utilizadas para ajustar a irrigação, repondo a água de acordo com a absorção da água armazenada (INCROCCI et al., 2019). Além disso, a dose de nutrientes também pode ser ajustada, obtendo maior eficiência na aplicação deste recurso (SOUZA et al., 2019). A produção de mudas a partir de porta-enxertos clonais, com uso da fertirrigação, promove superior qualidade morfológica quando comparado ao sistema convencional da microrregião de Pelotas-RS, possivelmente tornando as plantas mais tolerantes a estresses como déficit hídrico ou encharcamento do solo (MAYER et al., 2021).



Figura 1. Fases do sistema tradicional de produção de mudas de pessegueiro em condição de campo, no Sul do Brasil, que totaliza 18 meses: a) obtenção dos caroços de diversas cultivares-copa, nas indústrias de conservas (dezembro e janeiro); b) secagem dos caroços à sombra (até maio); c) crescimento dos porta-enxertos no viveiro a campo (de maio até período de enxertia); d) enxertia e quebra dos porta-enxertos para “forçagem” do enxerto (novembro até janeiro); e) tratos culturais diversos (esladroamento, adubação, controle de pragas e doenças, irrigação) e cortes do porta-enxerto acima do ponto de inserção do enxerto (da enxertia até junho); f) mudas de raiz nua em feixes, prontas para comercialização (junho até agosto. Fonte: Mayer et al., 2018.

2.8.1 Vantagens e desvantagens do sistema de produção de mudas a campo e em embalagens

No sistema de produção de mudas em embalagens, algumas etapas do processo de produção, como esladroamento do porta-enxerto e enxertia, são efetuadas em pé, exigindo menor esforço físico. Além disso, o controle de plantas competidoras é feito de forma manual, dispensando o uso de herbicidas ou da capina mecânica. Outras vantagens do sistema de produção de mudas em embalagens é a possibilidade de transplântio em qualquer época do ano, otimização do espaço destinado ao viveiro (mudas m²), dispensando a necessidade de arranquio de mudas para a comercialização, como observado no sistema a campo (MAYER et al., 2013).

A produção de mudas em embalagens, com substrato inerte, garante a ausência de patógenos, enquanto em condições de campo é necessário o preparo do solo, além da rotação com culturas de inverno (aveia-branca, aveia-preta, trigo e nabo forrageiro) e verão (sorgo, pasto italiano, feijão de porco e milho) que reduzam a população de pragas como o nematoide anelado (*Mesocriconema xenoplax*) (GOMES et al., 2010).

Entretanto, no sistema de produção de mudas de frutíferas de caroço a partir de porta-enxertos clonais, é necessária uma câmara de nebulização para o enraizamento das estacas, além de estrutura para aclimação das estacas após o período de enraizamento. Além disso, uma das necessidades é que o viveiro possua plantas matrizes próprias, para a propagação do porta-enxerto e das cultivares copa (MAYER et al., 2018).

Capítulo 1 - Morfologia de mudas de pessegueiro cv. Granada produzidas em sistemas a campo e alternativo

1.Introdução

A qualidade de uma muda frutífera é definida por características genéticas, sanitárias e morfo-fisiológicas, sendo que a combinação de métodos de propagação adequados com sistemas eficientes de produção de mudas pode resultar em melhorias qualitativas que poderão impactar na vida útil e produtividade do pomar. O conhecimento e perpetuação da identidade genética do porta-enxerto e da cultivar-copa possibilitam utilizar cultivares adaptadas ao ambiente de cultivo e tolerantes a pragas, doenças, seca, encharcamento, além de influenciar o vigor e o potencial produtivo (PAULA et al., 2011; KLUMB et al., 2017; FONT I FORCADA et al., 2020; O'CONNELL; STEFANELLI, 2020; TABAKOV et al., 2020; REIG et al., 2020; MAYER et al., 2021a).

A qualidade genético-sanitária do material propagativo tem sido associada a morte-precoce do pessegueiro, um dos principais problemas agrônômicos da persicultura gaúcha, constatado nas regiões da serra, campanha e sobretudo na microrregião de Pelotas-RS (MAYER; UENO, 2012). Constatada pela primeira vez em Pelotas no final da década de 1970, a morte-precoce continua a provocar significativos prejuízos econômicos aos fruticultores. Dentre os principais sintomas estão a queda de gemas, necrosamento de ramos, murchamento de brotações novas, secamento de pernadas e morte de plantas que, em casos mais severos em alguns pomares, chegaram até 90% de mortalidade (MAYER; UENO, 2012, 2021).

Essa síndrome ocorre nos primeiros anos de vida do pomar e tem sido proposto que a mistura varietal de cultivares copa para a obtenção do porta-enxerto contribua para a menor qualidade morfológica das mudas de pessegueiro, reduzindo a capacidade de adaptação das plantas a condições de déficit hídrico, encharcamento do solo e variações da temperatura do ar durante o inverno. Além das adversidades edafoclimáticas, o manejo deficitário no pomar (ausência de irrigação, adubações inadequadas e podas no outono) são outros fatores relacionados a morte-precoce (MAYER; UENO, 2021).

A Embrapa Clima Temperado, a partir de então, na década de 70, passou a priorizar as pesquisas com objetivo de encontrar as razões para o problema. Recentemente, início de 2010, passou a buscar porta-enxertos tolerantes a morte-precoce é a seleção, resgate e clonagem de porta-enxertos potencialmente tolerantes

(MAYER; UENO, 2021). Devido a propagação vegetativa das seleções para a produção de mudas e avaliação em áreas com histórico de morte-precoce, o sistema de produção de mudas exige ambiente protegido, em estufa agrícola. Nesse sistema, denominado alternativo, o uso de substrato inerte e fertirrigação contribuem para as qualidades morfológicas e fitossanitárias exigidas pelas normas de produção de mudas do estado do Rio Grande do Sul (RIO GRANDE DO SUL, 1998; DAVOGLIO JÚNIOR et al., 2006; MAYER et al., 2017).

Além dos aspectos morfológicos, o uso de mistura varietal de cultivares copa para obtenção do porta-enxerto não assegura a qualidade fitossanitária, pois, em condições de campo, como ocorre no sistema convencional, existe a possibilidade da ocorrência de fitonematoides como *Mesocriconema xenoplax* e *Meloidogyne* spp. *Pratylenchus* spp., não havendo produtos registrados para o controle desses microorganismos (RIO GRANDE DO SUL, 1998; MAPA, 2022).

Em outras espécies frutíferas, o sistema de produção de mudas em embalagens, em ambiente com algum tipo de proteção (sombrite, telado, tela anti-afídeos ou estufa agrícola) foi necessário para evitar problemas fitossanitários e/ou minimizar adversidades climáticas, possibilitando a obtenção de mudas de melhor qualidade, como na produção de mudas de maracujazeiro-azedo isentas do vírus do endurecimento dos frutos (PETRY et al., 2019), mudas de goiabeira isentas de *Meloidogyne* spp. (PEREIRA et al., 2017) e de mudas de citros livres de greening (BOVÉ et al., 2015).

As normas estabelecidas para o estado do Rio Grande do Sul, descreve que as mudas de pessegueiro enxertadas, além da cultivar copa, devem conter a identificação do porta-enxerto, possuir diâmetro mínimo de 1 cm medidos a 5 cm acima do enxerto; haste principal com 50 cm de altura entre o ápice e o colo, com ramos secundários de, no máximo 25 cm de comprimento; altura do enxerto entre 10 e 20 cm acima do colo, com raízes secundárias abundantes (RIO GRANDE DO SUL, 1998). Na Europa e Estados Unidos, a produção de mudas de espécies frutíferas é normatizada por uma série de requisitos fitotécnicos, visando garantir um padrão de qualidade mínimo, de acordo com a necessidade de cada espécie (ENA, 2010; ANS, 2014).

Tendo em vista os diferentes fatores que podem contribuir para a qualidade das mudas no viveiro, levantou-se a hipótese de que o sistema (convencional ou alternativo em citropotes) promove diferenças morfológicas para as mudas de

pessegueiro. Neste sentido, o objetivo do presente estudo foi determinar a existência do efeito do porta-enxerto clonal nas características morfológicas de mudas de pessegueiro cv. Granada produzidas em sistema alternativo (em citropotes sobre bancadas, em estufa agrícola), bem como caracterizar as diferenças morfológicas dessas mudas em relação aquelas produzidas no sistema convencional de viveiro a campo.

2. Metodologia

Local e período de realização do trabalho

As mudas obtidas através de porta-enxertos clonais foram produzidas no interior de casa de vegetação localizada na Sede da Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS (latitude 31°40'46" S e longitude 52°26'23" O).

As mudas obtidas a partir de caroços (sementes) de mistura varietal de cultivares copa de pessegueiro (sementes) foram produzidas em viveiro localizado no município de Pelotas-RS (latitude 31°25'00" S e longitude 52°33'59" O), com irrigação realizada através de gotejamento, sem controle automatizado da umidade do solo. De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBICS) o solo da área onde se localiza o viveiro é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico, apresentando variações texturais de arenoso a franco-arenoso (SANTOS et al., 2018).

Produção de mudas no sistema alternativo

Para a produção das mudas no sistema alternativo (Figura 2a), foram propagados, por enraizamento de estacas herbáceas sob câmara de nebulização intermitente (NICOLAO et al., 2021), três seleções de porta-enxertos clonais, identificados como potencialmente tolerantes à morte precoce do pessegueiro (GKM-ELD-10-70, EF-SAU-10-78 e EF-SAU-10-87) (MAYER; UENO, 2017), além da cultivar de porta-enxerto Okinawa, também por enraizamento de estacas herbáceas. As plantas matrizes desses genótipos, pertencentes à "Coleção Porta-enxerto de *Prunus*" da Embrapa Clima Temperado, foram previamente conduzidas com poda drástica no inverno. A brotação, possibilitou a produção de ramos adequados ao preparo das estacas. Após o período de enraizamento (05/12/2019 a 29/01/2020), as estacas enraizadas classificadas como aptas (MAYER et al., 2014) foram transplantadas para citropotes (vasos plásticos com capacidade de 3,78L), os quais foram preenchidos com substrato Turfa Fértil® (SSP Hortalíça CA), com características físico-químicas descritas por Mayer et al. (2021c).

Após o transplântio (29/01/2020) os porta-enxertos foram mantidos em bancadas de ferro galvanizado (1 m de altura) com cobertura de tela refletora Aluminet®, no interior de estufa agrícola equipada com teto de polietileno e laterais com tela antiafídeos, sem controle de temperatura. Após aclimação por 30 dias, os porta-enxertos clonais foram transferidos para estufa agrícola de crescimento, equipada com bancadas de ferro galvanizado, com 1m de largura e 1m de altura. No sentido longitudinal das bancadas, os citropotes foram dispostos de forma contínua e, no sentido transversal, foram dispostos seis citropotes, o que representou uma densidade de 44,4 mudas/m². A partir deste momento até a data de avaliação do experimento as plantas foram fertirrigadas por meio de sistema automático e individual, do tipo “spaguetti”. Durante períodos de 2 minutos, por duas vezes ao dia, o sistema foi automaticamente acionado para fertirrigar com a solução nutritiva descrita por Mayer et al. (2021c).

Em dezembro de 2020, quando os porta-enxertos atingiram diâmetro no ponto de enxertia de pelo menos 8 mm, realizou-se a enxertia de gema ativa com a cultivar-copa de pessegueiro Granada (RASEIRA et al., 2014), pelo método de borbúlia em “T-invertido”. Foram realizados os tratos culturais de rotina para a produção de mudas, tais como tutoramento da haste única e esladramento (MAYER et al., 2014). As avaliações foram realizadas no dia 22 de junho de 2021, após retirar as mudas dos citropotes e remover totalmente o substrato aderido às raízes, de forma cuidadosa, com auxílio das mãos e lavagem com água.

Produção das mudas no sistema a campo

Concomitantemente à produção das mudas em embalagens, também foram produzidas mudas de raiz nua em sistema convencional (Figura 2b), em viveiro comercial em condição de campo, localizado no município de Pelotas-RS. Para a produção dos porta-enxertos, foram utilizados caroços de pêssegos de uma mistura varietal de cultivares-copa do tipo indústria, obtidas do resíduo da industrialização. Os caroços foram secos à sombra (dezembro/2019 até maio/2020), semeados em viveiro a campo, num espaçamento de 1,2m (entre linhas) x 0,1m (entre mudas na linha), o que resultou em densidade aproximada de 8,33 mudas/m². A enxertia da cultivar-copa Granada por borbúlia em “T-invertido” foi realizada em dezembro de 2020. Os tratos culturais, como capina e controle fitossanitário e de formigas, foram feitos até a terminação das mudas (junho de 2021), incluindo a irrigação por gotejamento, quando necessário. Para amostragem, foram aleatoriamente arrancadas cinco mudas de

forma manual, com auxílio de enxadão e pá, mantendo o sistema radicular íntegro. As mudas foram acondicionadas em sacos plásticos, com as raízes envoltas com solo umedecido para evitar a desidratação e, no dia seguinte, foram avaliadas.



Figura 2. Mudas de pessegueiro da cv. Granada produzidas sobre diferentes porta-enxertos em dois sistemas distintos de produção, sendo: a) Muda produzida em sistema alternativo em estufa agrícola com citropotes, utilizando a seleção de porta-enxerto clonal EF-SAU-10-78 propagado por estaca herbácea; b) Muda do tipo raiz nua produzida em sistema convencional a campo, com porta-enxerto propagado por semente de origem genética desconhecida, tratamento denominado “Indústria”. Fotos: Newton Alex Mayer.

Avaliações

Procederam-se as avaliações morfológicas nos dias 22 e 23 de junho de 2021, época em que tradicionalmente as mudas de pessegueiro são comercializadas na região Sul do Brasil. Foram mensuradas as variáveis diâmetro do colo; diâmetro do enxerto a 5cm abaixo da enxertia e diâmetro do enxerto a 5cm acima do ponto de enxertia, (mm), obtendo-se a média das medidas tomadas no sentido transversal e longitudinal, com auxílio de paquímetro digital. Na sequência, foram avaliadas, com auxílio de fita milimétrica: altura do ponto de enxertia, medida a partir do colo da muda; altura da parte aérea, medida entre o colo e o ápice da muda; altura de inserção do primeiro ramo lateral, medida a partir do ponto de enxertia e comprimento médio dos ramos laterais, obtido pela média do comprimento de todos os ramos, (cm). Também foram contabilizados o número de ramos laterais e o número de folhas, quando presentes. A massa fresca de folhas (g) foi obtida através de balança analítica com precisão de 0,1 g.

Com os sistemas radiculares limpos, foi determinado o volume fresco de raízes (cm^3), por meio da imersão do sistema radicular (até a altura do colo) em proveta (capacidade de 1 L) contendo água, onde se observou o deslocamento do nível do menisco. Com a relação de $1 \text{ mL} = 1 \text{ cm}^3$, o volume do sistema radicular foi estimado, expressando-o em cm^3 .

Em seguida, foi realizada a poda da parte aérea das mudas, despontando-se na altura de 50 cm medidos a partir do colo, além de remover todos os ramos laterais, para simular a primeira poda de formação das plantas no campo, também denominada de poda de plantio. O material retirado nesta poda foi denominado “parte aérea podada”, utilizado para obter a massa fresca (g).

Nas mudas de raiz nua, para simular o tradicional preparo dos feixes de mudas para a comercialização, foi realizada a poda de raízes, deixando-as com 15 cm de comprimento. O material retirado nessa poda, realizada exclusivamente nas mudas de raiz nua (tratamento “Indústria”), foi denominado “podado”, o qual foi pesado para obtenção da massa fresca de raízes podado (g), através de balança analítica com precisão de 0,1 g. Devido as características peculiares do sistema radicular das mudas produzidas em citropotes, como ausência de enovelamento e por dispensar a formação de feixes para o transporte, não houve necessidade de realizar poda de raízes.

Na sequência, a parte aérea e o sistema radicular foram separados com corte transversal no colo das mudas, obtendo a massa fresca de “raízes restante” e a massa fresca da “parte aérea restante”, em balança analítica com precisão de 0,1g. A massa fresca total de raízes e parte aérea (g) foram obtidas pela soma entre as porções “podado” e “restante” das respectivas partes.

Todas as amostras foram acondicionadas em sacos de papel identificados e com massa conhecida, para secagem em estufa a 65°C até massa constante, para a obtenção da massa seca (g) de cada porção.

A relação parte aérea/raízes foi obtida com base na massa seca total da parte aérea e sistema radicular. Por diferença entre massa seca e fresca, foi estimada a porcentagem de água contida no sistema radicular, parte aérea e folhas. Também foi calculado o Índice de Dickson (IQD) para qualidade de mudas, pela fórmula $\text{IQD} = [(\text{Massa seca total}) / (\text{Altura/Diâmetro do colo} + \text{Massa seca total da parte aérea/Massa seca total de raízes})]$, em que $\text{Massa seca total} = \text{Massa seca da parte}$

aérea + Massa seca de raízes; Altura = altura da muda medido entre o ápice e o colo; Diâmetro = diâmetro do colo (DICKSON et al., 1960).

Delineamento Experimental e Análise Estatística

O experimento consistiu de cinco tratamentos (seleções clonais de porta-enxerto GKM-ELD-10-70, EF-SAU-10-78 e EF-SAU-10-87, o porta-enxerto cv. Okinawa e o tratamento “Indústria”) com cinco repetições, sendo cada parcela constituída por uma muda. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e comparados pelo teste de Tukey, utilizando-se o software estatístico SASM-Agri (versão 8.1). Os dados das variáveis expressas em porcentagem foram transformados em arco sen $\sqrt{x/100}$, em que x representa o valor da variável dependente.

3.Resultados e Discussão

As variáveis diâmetro do colo e diâmetro abaixo da enxertia não foram influenciadas pelos tratamentos (Tabela 1). O diâmetro acima da enxertia foi maior sobre “Indústria” do que sobre ‘EF-SAU-10-78’, embora esses dois genótipos não tenham diferido significativamente em relação aos demais porta-enxertos (Tabela 1). O maior espaçamento entre mudas no sistema convencional propiciou maior brotação em relação às mudas do sistema alternativo, resultando em maior incremento de diâmetro em relação a seleção EF-SAU-78, que apresenta reduzido vigor. Em macieira (*Malus domestica* Borkh.) o maior espaçamento de plantio produz mudas com maior área foliar e diâmetro do tronco (ZHANG et al., 2015).

As mudas da cv. Granada enxertadas sobre ‘EF-SAU-10-78’ tiveram altura da parte aérea significativamente inferior do que sobre ‘Okinawa’, demonstrando novamente o reduzido vigor imposto pela seleção (Tabela 1). Esses genótipos não apresentaram diferença significativa para os demais tratamentos, que não diferiram entre si (Tabela 1). O sistema alternativo, devido a propagação vegetativa do porta-enxerto, propicia a manutenção de características vegetativas, como o baixo vigor da seleção EF-SAU-10-78, apresentando potencial para ser avaliado em plantio de maior densidade. Avaliando o efeito de porta-enxertos sobre o vigor de mudas, Zhivondov et al. (2017) observaram redução do vigor da cv. copa de pessegueiro Baby Gold 9 quando enxertada sobre o porta-enxerto híbrido clonal ‘n°9-205’ em relação a mudas produzidas a partir do uso de seedlings da cv. copa Elberta como porta-enxerto.

Apenas o tratamento “Indústria” teve valor médio (8,3 cm) (Tabela 1) do ponto de enxertia aquém da faixa de 10 a 20 cm estabelecida pelas normas de produção de

mudas estaduais, apresentando-se fora dos padrões de mudas certificadas (RIO GRANDE DO SUL, 1998). Essa característica não é desejável, pois facilita o “franqueamento” das plantas no campo, mas que, com a devida orientação ao enxertador no viveiro, pode ser facilmente corrigida.

Sobre ‘Okinawa’ a altura de emissão do primeiro ramo foi de quase 40 cm de altura acima da enxertia, embora sem diferença em relação a ‘GKM-ELD-10-70’ (Tabela 1). Esses dois genótipos propiciaram maior altura de emissão do primeiro ramo lateral em relação aos demais porta-enxertos, que não diferiram entre si (Tabela 1). A inibição das gemas axilares indica maior dominância apical induzida por ‘Okinawa’ e ‘GKM-ELD-10-70’. O porta-enxerto têm a capacidade de alterar a síntese de hormônios como as citocininas e as auxinas, influenciando a ramificação da parte aérea. Avaliando a arquitetura de mudas de pessegueiro cv. Redhaven, Szymajda et al. (2020) observaram maior número de ramos laterais quando enxertada sobre seleções que induziram menor altura à copa, indicando que o vigor e a arquitetura estão relacionados e são influenciados pelo genótipo utilizado como porta-enxerto.

As mudas do porta-enxerto “indústria” emitiram em média 14,8 ramos laterais, número superior aos demais porta-enxertos, que não diferiram significativamente entre si (Tabela 1). Fatores ambientais, como radiação solar, e genéticos, como a combinação copa/porta-enxerto podem alterar o balanço hormonal entre citocininas e auxinas, influenciando a brotação de gemas axilares. Avaliando a morfologia de mudas de pereira (*Pyrus communis* L.) em viveiro a céu aberto, Öztürk (2021) observou diferenças no número de ramos laterais emitidos por enxertos sobre diferentes porta-enxertos clonais, evidenciando o efeito do ambiente de produção e do porta-enxerto sobre a arquitetura de mudas de espécies frutíferas.

Dentro da família *Rosaceae*, os efeitos de diferentes porta-enxertos sobre o vigor de mudas são marcantes em macieiras e pereiras (ÖZTÜRK, 2021; RUFATO et al., 2014; LEZZER et al., 2022). Em frutíferas de caroço os efeitos de porta-enxertos de pessegueiro (MESTRE et al., 2017; ZHIVONDOV et al., 2017; SZYMAJDA et al., 2020) são menos pronunciados sobre o vigor da copa quando comparado a porta-enxertos de ameixeira (WOLF et al., 2019), damasqueiro (YORDANOV et al., 2018) e cerejeira (ŚWIERCZIŃSKI et al., 2019). Identificar genótipos com diferentes níveis de vigor é útil quando se busca adequar o vigor das plantas a densidade de plantio. Porta-enxertos que induzam reduzido vigor a cultivar copa possibilitam plantios em alta

densidade, com plantas mais compactas, que exijam menos mão-de-obra com a poda, obtendo produtividade precoce e com qualidade.

O comprimento dos ramos laterais não foi influenciado pelos porta-enxertos testados (Tabela 1). Considerando a mesma cultivar-copa, diferenças observadas no comprimento de ramos podem decorrer de fatores como disponibilidade hídrica, adubação, época do ano, temperatura e porta-enxerto. Avaliando o vigor de mudas de damasqueiro (*Prunus armeniaca*), Yordanov et al., (2018) não observaram diferenças no comprimento de ramos laterais de quatro cultivares copa ('Hargrand', 'Bergeron', 'Goldrich' e 'Pinkcot') sobre porta-enxertos clonais com diferentes níveis de vigor.

Tabela 1. Caracterização morfológica de mudas de pessegueiro cultivar Granada enxertada sobre quatro porta-enxertos clonais (seleções GKM-ELD-10-70; EF-SAU-10-78 e EF-SAU-10-87 e a cv. Okinawa), produzidas em sistema alternativo com citropotes, e sobre o tratamento "Indústria", porta-enxerto propagado por emergência de sementes provenientes da indústria conserveira em sistema de viveiro convencional a campo. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2022.

Tratamentos	Ø (mm) do colo	Ø (mm) abaixo da enxertia	Ø (mm) acima do ponto de enxertia	Altura (cm) do ponto de enxertia	Altura (cm) da parte aérea	Altura (cm) de emissão do primeiro ramo	Número de ramos laterais	Comprimento médio (cm) dos ramos laterais
GKM-ELD-10-70	12,80 a	11,16 a	8,61 ab	11,6 b	80,4 ab	26,7 a	4,2 b	17,6 a
EF-SAU-10-78	12,96 a	11,82 a	7,44 b	12,6 b	54,2 b	13,9 b	3,4 b	13,1 a
EF-SAU-10-87	13,27 a	12,50 a	8,12 ab	11,8 b	70,4 ab	14,9 b	4,6 b	13,4 a
Okinawa	14,12 a	11,85 a	8,28 ab	13,9 a	85,0 a	39,7 a	6,0 b	12,3 a
Indústria***	13,96 a	13,18 a	10,92 a	8,3 c	69,0 ab	13,8 b	14,8 a	15,6 a
F _{porta-enxerto}	0,4848 ^{ns}	0,9610 ^{ns}	3,8291*	46,7717**	3,1006*	1,9820 ^{ns}	11,4062**	0,3878
CV (%)	14,17	14,64	17,49	5,83	21,07	82,95	46,95	53,36

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey. * significativo a 95% de confiança; **significativo a 99% de confiança; ^{ns}não significativo. *** Mudas do sistema convencional.

O volume fresco de raízes, massa fresca e seca de raízes não foram influenciados pelos porta-enxertos (Tabela 2). O transplântio de estacas de porta-enxertos com adequado número e distribuição de raízes, além do uso da fertirrigação, influenciam a uniformidade das mudas produzidas no sistema convencional. Entretanto, diferentes genótipos de porta-enxerto, devido a capacidade de absorção e translocação de nutrientes, produzem volume de raízes distintos, visando atender a demanda da parte aérea, resultando em desuniformidade de mudas, quando produzidas sem o uso de fertirrigação (MENEGATTI et al., 2022b). Mayer et al. (2021) constataram maior massa seca de raízes em mudas da cv. Esmeralda sobre 'VHS-SEN-10-07' em sistema alternativo do que sobre o porta-enxerto "Indústria" em sistema convencional.

A porcentagem de água nas raízes foi menor no porta-enxerto "Indústria" (47,0%), do que nos demais porta-enxertos, os quais não diferiram entre si (Tabela 2). A hidratação ou conteúdo de água no tecido radicular é importante para a manutenção do turgor celular, assim como para o crescimento e absorção de nutrientes após o transplântio. Em mudas de macieira cv. Miyabi Fuji sobre 'Marubakaido' e 'M.9', Botirov & Arakawa (2021) observaram porcentagens de água no sistema radicular variando entre 55,0 e 55,3 % no início do inverno, em condições de viveiro a campo.

De acordo com Symeonidou & Buckley (1999), mudas de *P. avium* e *P. cerasifera* com menor conteúdo de água nas raízes apresentaram reduzida estabilidade de membranas celulares. A degradação de membranas é causada por espécies reativas de oxigênio, geradas em períodos de déficit hídrico em espécies do gênero *Prunus*, reduzindo a capacidade de absorção de nutrientes do solo. Desta forma, a menor porcentagem de água nas raízes do porta-enxerto "Indústria" indica a possibilidade de que as mudas tenham passado por um período de déficit hídrico, apesar do uso de irrigação por gotejamento.

As variáveis massa fresca da parte aérea, porcentagem de água na parte aérea e relação parte aérea/raízes não foram influenciadas pelos porta-enxertos (Tabela 2). Contudo, a massa seca da parte aérea foi superior nas mudas enxertadas sobre "Indústria" em relação a 'EF-SAU-10-78'. As mudas da combinação 'EF-SAU-10-78'/'Granada' apresentaram vigor reduzido, induzido pelo baixo vigor da seleção, que refletiu em menor altura da parte aérea, resultando na menor síntese de massa seca da parte aérea em relação às mudas do sistema convencional.

Avaliando características morfológicas de mudas de pessegueiro, Mayer et al. (2021c) observaram diferenças no acúmulo de massa seca da cv. Esmeralda, sendo maior sobre “Indústria” do que sobre ‘Capdeboscq’ clonal e seleção VHS-SEN-10-07. De acordo com Menegatti et al. (2020) alguns porta-enxertos como Flordaguard, apresentam maior eficiência na absorção e transporte de nutrientes para a parte aérea, quando comparado a ‘Capdeboscq’, que por ser menos eficiente, expande seu sistema radicular para atender as demandas nutricionais e hídricas da copa, com isso aumentando a força de dreno das raízes por carboidratos, limitando o crescimento da parte aérea.

Tabela 2. Caracterização morfológica de mudas de pessegueiro Granada enxertadas sobre quatro porta-enxertos clonais (seleções GKM-ELD-10-70; EF-SAU-10-78 e EF-SAU-10-87 e a cv. Okinawa), produzidas em sistema alternativo com citropotes, e sobre o tratamento "Indústria", porta-enxerto propagado por germinação de sementes provenientes da indústria conserveira em sistema de viveiro convencional a campo. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2022.

Tratamentos	Volume fresco de raízes (cm ³)	Raízes			Parte aérea			Relação parte aérea/raízes
		Massa fresca total (g)	Massa seca total (g)	% de água	Massa fresca total (g)	Massa seca total (g)	% de água	
GKM-ELD-10-70	134,0 a	122,2 a	30,8 a	74,8 a	66,8 a	24,9 ab	62,7 a	0,8 a
EF-SAU-10-78	102,0 a	101,4 a	24,2 a	69,6 a	41,6 a	15,1 b	63,7 a	1,6 a
EF-SAU-10-87	108,0 a	109,4 a	33,6 a	77,9 a	57,6 a	23,3 ab	59,5 a	0,7 a
Okinawa	99,2 a	108,2 a	25,9 a	68,9 a	62,0 a	29,1 ab	53,1 a	1,4 a
Indústria	79,6 a	79,6 a	41,9 a	47,0 b	81,4 a	38,7 a	52,5 a	0,9 a
F porta-enxerto	0,7379 ^{ns}	2,8660 ^{ns}	1,1206 ^{ns}	14,5226**	1,2075 ^{ns}	2,7752 ^{ns}	0,8736 ^{ns}	0,8340 ^{ns}
CV (%)	48,83	45,34	47,35	12,98	46,84	44,81	27,95	86,47

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey. * significativo a 95% de confiança; **significativo a 99% de confiança; ^{ns}não significativo.

A diferença morfológica entre as mudas (Figura 3) de ambos os sistemas de produção exigem diferentes métodos de preparo para a comercialização e plantio no pomar. A massa fresca podada e restante da parte aérea não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos. Entretanto, a poda removeu 34% da massa fresca de raízes do porta-enxerto “Indústria” (Tabela 3). Essa poda resultou em massa fresca de raízes restante significativamente inferior em relação a ‘GKM-ELD-10-70’, (Tabela 3).

A poda de raízes é uma prática necessária no preparo de feixes para a comercialização, entretanto, não é benéfica às mudas. Essa prática faz com que a muda direcione parte dos carboidratos acumulados para a emissão e crescimento de novas raízes, drenando parte das reservas que seriam direcionados ao crescimento de ramos. De acordo com Symeonidou & Buckley (1999), a poda de raízes em mudas de raiz nua de *P. avium* e *P. cerasifera* reduz o crescimento de ramos no primeiro ano após o transplantio.

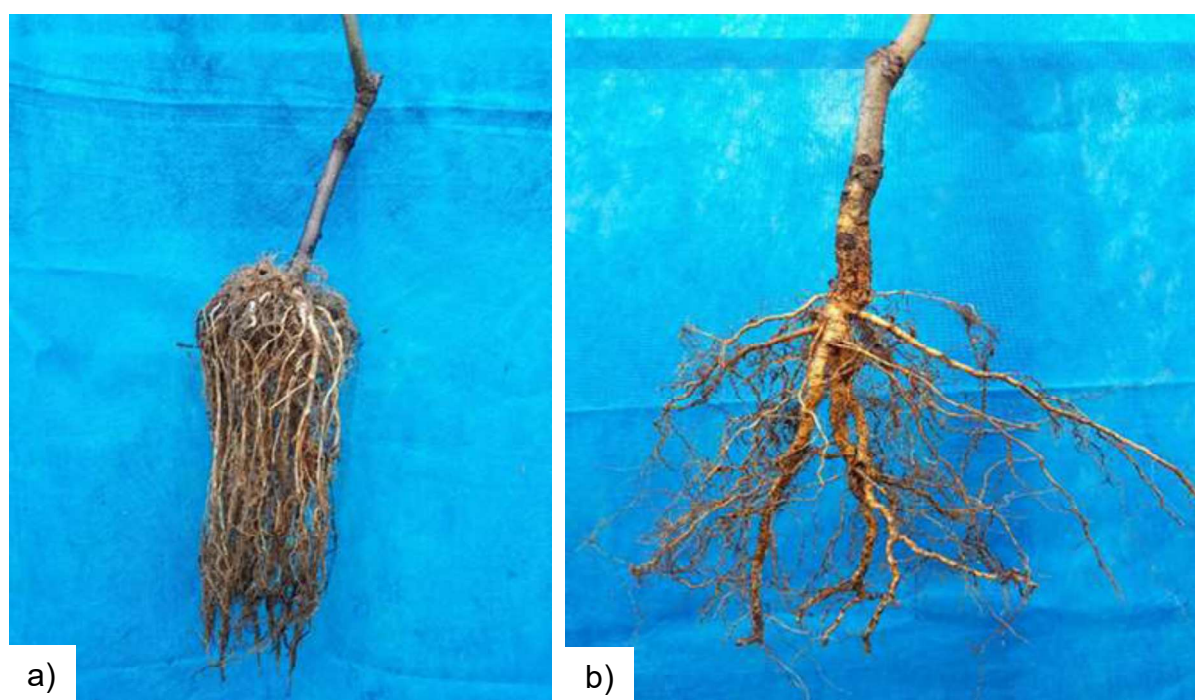


Figura 3. Sistema radicular de mudas de pessegueiro da cv. Granada produzidas por dois sistemas distintos de produção, sendo: a) Muda enxertada na seleção de porta-enxerto clonal GKM-ELD-10-70, produzida em sistema alternativo em citopotes, após remoção da embalagem e lavagem do substrato, ilustrando abundante produção de radicelas e ausência de enovelamento; b) muda enxertada no tratamento “Indústria”, produzida em sistema convencional a campo, após poda de raízes, ilustrando sistema radicular mais heterogêneo e visualmente menor produção de radicelas. Fotos: Newton Alex Mayer.

A poda de raízes no porta-enxerto “Indústria” resultou em mudas com massa fresca de raízes restante inferior às mudas sobre GKM-ELD-1070, entretanto, ambos foram similares aos demais, que não diferiram entre si (Tabela 3). A maior massa

fresca de raízes nas mudas sobre a seleção GKM-ELD-10-70 é uma vantagem no estabelecimento das plantas a campo, possibilitando maior área de contato entre o solo e as raízes. De acordo com Tworowski et al. (2016) a massa de raízes influencia a capacidade de adaptação de mudas de macieira cv. Fuji ao déficit hídrico, superior sobre 'MM111', com maior massa de raízes, em relação ao porta-enxerto 'M.9', com menor massa de raízes e lenta recuperação da atividade fotossintética após período de restrição hídrica.

A massa fresca da parte aérea podada e restante não foram influenciadas pelos porta-enxertos (Tabela 3). Tendo em vista que todos os porta-enxertos apresentam uma única espécie (*Prunus persica*) em sua constituição genética, algumas variáveis relativas ao vigor não tiveram diferenças significativas na fase de viveiro. Entretanto, avaliando características morfológicas de mudas de macieira cv. Red Fuji, Hayat et al. (2020) observaram superior massa fresca da parte aérea sobre 'Baleng' (*Malus micromalus*) em relação a mudas sobre 'M.9' (*Malus pumila*), demonstrando que a enxertia interespecífica promove diferenças de vigor mais acentuadas na fase de viveiro.

Tendo em vista que as avaliações foram feitas no início do inverno, todas as mudas do tratamento "Indústria" já apresentavam 100% de abscisão foliar (Tabela 3). As mudas do sistema convencional não apresentaram diferenças significativas para o número de folhas, massa fresca e seca de folhas, além da porcentagem de água nas folhas (Tabela 3). O ambiente protegido do sistema alternativo possibilita melhor controle de pragas, além de reduzir a incidência de ventos. Além disso, a irrigação localizada e automatizada promove fácil controle da umidade do substrato, atendendo a demanda hídrica das mudas e prolongando o período de retenção de folhas.

A manutenção das folhas, pelo uso de irrigação, possibilita a manutenção da umidade do solo na capacidade de campo, prolongando o período de atividade fotossintética, impactando na transpiração e absorção de nutrientes, elevando as reservas de nitrogênio, fósforo e potássio, além de amido e açúcares solúveis em raízes e ramos de pessegueiro (LAWRANCE; MELGAR, 2018; 2020). Em mudas de Kiwizeiro (*Actinidia chinensis*) a desfolha precoce reduz significativamente as reservas de amido nas raízes (KWACK et al., 2014).

Tabela 3. Caracterização morfológica de mudas de pessegueiro Granada enxertadas sobre quatro porta-enxertos clonais (seleções GKM-ELD-10-70; EF-SAU-10-78 e EF-SAU-10-87 e a cv. Okinawa), produzidas em sistema alternativo com citropotes, e sobre o tratamento "Indústria", porta-enxerto propagado por germinação de sementes provenientes da indústria conserveira em sistema de viveiro convencional a campo. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2022.

Porta-enxerto	Massa fresca de raízes (g)		Massa fresca da parte aérea (g)		Número de folhas	Massa fresca de folhas (g)	Massa seca de folhas (g)	% de água nas folhas
	Podada	Restante	Podada	Restante				
GKM-ELD-10-70	0,0 b	122,2 a	18,8 a	48,0 a	84,8 a	54,0 a	13,1 a	74,6 a
EF-SAU-10-78	0,0 b	101,4 ab	5,4 a	36,2 a	45,8 a	33,4 a	9,9 a	70,0 a
EF-SAU-10-87	0,0 b	109,4 ab	14,0 a	43,6 a	69,4 a	49,0 a	13,9 a	72,0 a
Okinawa	0,0 b	108,2 ab	15,6 a	46,4 a	64,4 a	39,0 a	11,4 a	70,8 a
Indústria	27,8 a	51,8 b	25,2 a	56,2 a	0 b	0 b	0 b	0,0 b
F porta-enxerto	24,8981*	3,3350*	1,3156 ^{ns}	1,0082 ^{ns}	4,9300*	8,0077*	6,3606*	285,52*
CV (%)	100,20	47,94	89,95	35,01	62,23	47,79	51,54	7,41

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey. * significativo a 95% de confiança; **significativo a 99% de confiança; ^{ns}não significativo.

A poda removeu em média 13,7 g da massa seca de raízes do porta-enxerto “Indústria”, enquanto nos demais não houve a necessidade de realizar essa prática, em virtude das diferenças na arquitetura do sistema radicular. Contudo, não houve diferença na massa seca de raízes restante entre os porta-enxertos (Tabela 4). O crescimento das plantas após o transplântio depende da síntese de carboidratos, que por sua vez, pode ser limitada por déficit hídrico ou reduzido volume de sistema radicular, não atendendo a demanda hídrica da parte aérea, levando ao fechamento de estômatos, além da redução da fotossíntese e do crescimento (OPAZO et al., 2020).

Avaliando a prática da poda de raízes no plantio de mudas de nogueira-pecã (*Carya illinoensis*) cv. Kanza sobre ‘Apache’, Ouedraogo et al. (2020) observaram que intensidades de poda de 50 e 75% do comprimento da raiz pivotante resultaram em redução do número de ramos emitidos nos dois primeiros anos após o transplântio.

As variáveis massa seca da parte aérea podada e restante não apresentaram diferenças significativas entre os porta-enxertos (Tabela 4). Devido a pequena porção podada, a massa seca podada não teve diferença entre os porta-enxertos (Tabela 4). A parte aérea restante demonstra que nos primeiros 50 cm a síntese de biomassa não foi influenciada pelos porta-enxertos, o que pode estar relacionado às características do sistema alternativo, que contribui para a uniformidade das mudas. Sem o uso de fertirrigação, Menegatti et al. (2020) observaram maior massa seca da parte aérea em mudas da cv. BRS-Rubimel sobre ‘Capdeboscq’ em relação a ‘Flordaguard’, 90 dias após a enxertia.

O índice de qualidade de mudas de Dickson (IDQ) não foi influenciado pelos porta-enxertos (Tabela 4). Apesar das mudas ‘Granada’/‘Indústria’ ter IQD ligeiramente superior aos demais, não diferiram significativamente dos demais porta-enxertos, demonstrando que houveram avanços no manejo adotado pelo sistema convencional, pois as mudas apresentaram altura média superior a 50 cm, caracterizando padrão morfológico exigido para a parte aérea de mudas certificadas (RIO GRANDE DO SUL, 1998).

Avaliando a mistura de substratos e porta-enxertos na produção de mudas de pessegueiro, Picolotto et al. (2007) obtiveram altura de mudas da cv. Maciel entre 21,3 e 37, cm em embalagens (3 L), demonstrando que o uso de substrato inerte, garantindo a ausência de fitonematóides, não assegura a qualidade morfológica se o

manejo de irrigação e adubação não for adequado às características físico-químicas do substrato utilizado.

Tabela 4. Caracterização morfológica de mudas de pessegueiro Granada enxertadas sobre quatro porta-enxertos clonais (seleções GKM-ELD-10-70; EF-SAU-10-78 e EF-SAU-10-87 e a cv. Okinawa), produzidas em sistema alternativo com citropotes, e sobre o tratamento “Indústria”, porta-enxerto propagado por germinação de sementes provenientes da indústria conserveira em sistema de viveiro convencional a campo. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2022.

Porta-enxerto	Massa seca de raízes		Massa seca da parte		IQD
	(g)		aérea (g)		
	Podada	Restante	Podada	Restante	
GKM-ELD-10-70	0,0 b	30,8 a	7,8 a	17,1 a	7,7 a
EF-SAU-10-78	0,0 b	24,2 a	2,5 a	12,6 a	8,2 a
EF-SAU-10-87	0,0 b	33,6 a	6,8 a	16,5 a	9,5 a
Okinawa	0,0 b	25,9 a	6,7 a	22,4 a	8,0 a
Indústria	13,7 a	28,2 a	10,9 a	27,8 a	14,3 a
F _{porta-enxerto}	22,4040**	0,3494 ^{ns}	2,1900 ^{ns}	2,5722 ^{ns}	1,7998 ^{ns}
CV (%)	105,64	49,73	84,97	42,60	48,28

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey. *significativo a 95% de confiança; **significativo a 99% de confiança; ^{ns}não significativo.

O presente trabalho comprova que o sistema alternativo de produção de mudas de pessegueiro em citropotes, a partir de porta-enxertos clonais, produz mudas com sistema radicular fasciculado e abundante quantidade de radículas, sem enovelamento. Além disso, nesse sistema mantido em estufa agrícola, é possível retardar e reduzir a abscisão foliar, o que é altamente desejável, pois possibilita maior período de atividade fotossintética as mudas. A manutenção das folhas por período prolongado é possível através de adequada fertirrigação, do controle de doenças e pragas, além do controle parcial sobre adversidades climáticas (ventos, variação de temperatura, geadas e chuvas).

Além disso, a produção de mudas de pessegueiro em embalagens mantidas sobre bancadas proporciona melhor ergonomia aos trabalhadores na execução das diversas práticas de rotina no viveiro, especialmente a enxertia. O sistema também dispensa as diversas operações de preparo inicial do solo, rotação de área, capina manual e mecânica, arranquio de mudas, poda de raízes e preparo de feixes, responsáveis por parcela expressiva dos custos de produção do sistema convencional (MADAIL et al., 2007).

Com relação à sobrevivência e performance no campo, mudas de pessegueiro produzidas em embalagens apresentaram sobrevivência de 100%, inclusive em áreas com histórico de morte-precoce, e produtividade muito superior à média da microrregião de Pelotas-RS (MAYER et al., 2019; MAYER et al., 2021a; 2021b.; IBGE, 2022), comprovando que a qualidade morfológica das mesmas e o uso de porta-enxertos clonais são características fundamentais a serem observadas ao investir na atividade persícola. Em futuros trabalhos, deve-se quantificar os custos de produção do sistema alternativo, tendo em vista que algumas atividades são substituídas ou eliminadas.

Conclusões

Nas condições em que o experimento foi conduzido é possível concluir que:

O porta-enxerto influencia o vigor e a dominância apical das mudas produzidas no sistema alternativo em citropotes.

O sistema alternativo produz sistemas radiculares homogêneos, retarda a abscisão das folhas e dispensa a necessidade da poda de raízes no plantio, o que normalmente se faz necessário nas mudas de raiz nua do sistema convencional.

O sistema alternativo em citropotes produz mudas com maior conteúdo de água e menor ramificação da parte aérea, em relação às mudas de raiz nua provenientes do sistema convencional.

Capítulo 2 - Potencial hídrico em pessegueiros ‘BRS-Kampai’ autoenraizados ou enxertados sobre porta-enxertos clonais

1.Introdução

Uma das características almejadas em porta-enxertos de frutíferas de caroço é a tolerância a estresses abióticos, como o déficit hídrico (DUVAL 2015; GAINZA et al., 2015). Na região de Pelotas-RS, alguns viveiristas ainda utilizam de misturas varietais de cultivares-copa de pessegueiro [*Prunus persica* (L.) Batsch] tipo indústria (resíduo da industrialização do pêssego) para a obtenção do porta-enxerto (MAYER et al., 2017). O uso deste tipo de material vegetal como porta-enxertos torna imprevisível a reação de plantas ao déficit hídrico, que historicamente ocorre entre os meses de novembro a março na metade sul do Rio Grande do Sul (LEIVAS et al., 2006).

O déficit hídrico causa o fechamento de estômatos, como uma das estratégias para reduzir a perda de água por transpiração, entretanto, leva a redução da assimilação de CO₂ (MARTINAZZO et al., 2013; MESSCHMIDT et al., 2015; KLUMB et al., 2017), reduz o conteúdo de clorofilas (HAIDER et al., 2018), diminui o acúmulo de massa fresca (KONGSRI et al., 2014) e torna o potencial hídrico do ramo (Ψ_{swp}) menor (MINNINI et al., 2022). O Ψ_{swp} é um bom indicador do status hídrico em plantas lenhosas (GHRAB et al., 2015), pois expressa a umidade do solo e as condições atmosféricas em um único parâmetro (MCCUTCHAN et al., 1992).

Além de Ψ_{swp} menor, o déficit hídrico leva a redução do turgor e do conteúdo relativo de água celular em folhas de pessegueiro (HAIDER et al., 2018). Uma das formas de manter o turgor celular, necessário para a expansão celular, é o acúmulo de solutos, como rafinose, sorbitol e prolina, em pessegueiro, mantendo o status hídrico do vegetal (JIMÉNEZ et al., 2013; BOONANUNT et al., 2014; KONGSRI et al., 2015). Em plantas de amendoeira (*Prunus dulcis* Mill.) sobre porta-enxerto tolerante, observou-se manutenção do conteúdo relativo de água foliar em plantas sob estresse severo (-2,8Mpa Ψ_{swp}) de forma similar as plantas bem irrigadas (-0,1 Mpa Ψ_{swp}) (RANJBAR et al., 2022), demonstrando que o porta-enxerto utilizado pode contribuir significativamente para mitigar os efeitos desse estresse.

Em damasqueiro (*Prunus armeniaca*) cvs. Farbela e Ladycot, o período de menor crescimento de ramos ocorre entre 80 a 100 dias após a plena floração, devido ao menor valor de Ψ_{swp} (entre -8 e -9 Mpa) ocorrido durante o ciclo vegetativo (GIOVANNINI et al., 2022). Expressiva porcentagem do sistema radicular de pessegueiro se encontra nos primeiros 20 cm de profundidade do solo, desta forma,

a variação da umidade nesta camada apresenta alta relação (72%) com a variação do Ψ_{swp} (ABRISQUETA et al., 2015).

Outro fator climático relacionado a redução do Ψ_{swp} é o déficit de pressão de vapor atmosférico (DPV) (MCCUTCHAN; SCHACKEL, 1992), influenciado pela umidade relativa do ar, radiação solar e velocidade do vento. Em vinhedo sob cobertura plástica, observou-se redução da velocidade do vento e da radiação solar em relação a área descoberta, produzindo um microclima com menor DPV, contribuindo para a manutenção da abertura estomática (CHAVARRIA et al., 2009). De acordo com Rosati et al. (1997), o porta-enxerto 'Marianna 2624' proporcionou valores de Ψ_{swp} menores para as cultivares-copa R. Blenheim e Patterson de damasqueiro, comparativamente às plantas enxertadas sobre 'Citation', resultando em menor condutância estomática.

Em ameixeiras européia (*Prunus domestica* L.) cv. French sobre 'Marianna 2624', irrigada com apenas 50% da capacidade de campo, observou-se redução significativa do Ψ_{swp} ao meio dia (-0,79 Mpa) em relação as plantas sem restrição hídrica (potencial mátrico do solo entre -10 e -20 kpa), atingindo -0,74 Mpa de Ψ_{swp} . Nas plantas com restrição hídrica, onde o Ψ_{swp} atingiu -0,7 Mpa, houve redução de 50% da condutância estomática (MCCUTCHAN; SCHACKEL, 1992). Em pessegueiro, a reposição de apenas 36% da demanda evapotranspiratória durante o ciclo vegetativo levou a redução significativa das reservas de carboidratos, além de produzir ramos com menor comprimento (RAHMATI et al., 2015).

O crescimento de ramos do ano em pessegueiro apresenta alta correlação negativa com a variação do Ψ_{swp} ($r^2 = 0,8344$), ou seja, em dias em que o potencial hídrico do ramo permanece estável, o crescimento dos ramos é maior (BASILE et al., 2003). Em pessegueiro cv. Dr. Davis (5,5m x 2m) a irrigação deficitária reduziu significativamente o crescimento de ramos, sendo que ramos com o Ψ_{swp} de -0,25 Mpa tiveram crescimento diário de 7,5mm, enquanto que em Ψ_{swp} de -0,30 Mpa o crescimento diário foi reduzindo para 5mm (BERMAN; DE JONG, 1997).

Tendo em vista que o porta-enxerto tem a capacidade de influenciar o potencial hídrico do ramo (MAYER et al., 2014), formulou-se a hipótese de que o porta-enxerto altera significativamente o potencial hídrico do ramo quando comparado a plantas autoenraizadas da cultivar BRS-Kampai, sob a mesma condição de cultivo. Com essas determinações, é possível inferir qual tipo de planta (enxertada ou

autoenraizada) e se diferentes porta-enxertos induzem respostas diferenciais frente ao status hídrico existente no solo.

O objetivo do presente estudo foi identificar se o sistema radicular das plantas (porta-enxertos clonais ou planta autoenraizada) confere diferentes respostas de crescimento e de Ψ_{swp} em função da disponibilidade hídrica de solo franco-arenoso em pomar de pessegueiro 'BRS-Kampai' sem irrigação, em período pós-colheita no verão.

2. Metodologia

O experimento foi conduzido entre janeiro e março de 2021, em pomar experimental da cultivar-copa BRS-Kampai pertencente a Embrapa Clima Temperado (Figura 4), no município de Pelotas-RS, em altitude de 50m acima do nível do mar, na latitude de 31°40'44" S e longitude de 52°27'00" W. O clima do local é classificado como subtropical, sem estação seca definida e de verões quentes (Cfa) (ALVARES et al., 2013). O solo do pomar apresenta textura franco-arenosa, com 11% de argila (ROTH, 2017). As plantas foram conduzidas em formato de "vaso".



Figura 4. Pomar experimental de pessegueiros cv. BRS Kampai autoenraizados (sem porta-enxerto) ou enxertados em quatro porta-enxertos clonais, localizado na Sede da Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS. Foto: Guilherme Nicolao.

O pomar foi instalado em 2014 com espaçamento de 6,0 m entre linhas e 3,0 m entre plantas, resultando numa densidade de 555 plantas ha⁻¹. No presente estudo foram avaliadas as plantas enxertadas em ‘Capdeboscq’ (*P. persica*), ‘Tsukuba-1’ (*P. persica*), ‘Flordaguard’ (*P. persica*), ‘Clone 15’ (*P. mume*) e ‘BRS-Kampai’ autoenraizado. As plantas foram obtidas através do enraizamento adventício de estacas de ramos da cultivar BRS-Kampai para o tratamento Autoenraizado (MAYER et al., 2013). Nas plantas enxertadas, os porta-enxertos (‘Capdeboscq’, ‘Tsukuba-1’, ‘Flordaguard’ e ‘Clone 15’) foram propagados por enraizamento adventício de estacas herbáceas de ramos coletados em plantas matrizes que, após aclimação e crescimento, foram enxertados na haste com o pessegueiro ‘BRS-Kampai’ por borbúlia em “T-invertido”, conforme descrito por Mayer et al. (2017).

Para a determinação da curva diurna do potencial hídrico, bem como o período em que ocorrem os valores mais negativos, foram realizadas avaliações horárias entre 6:00 hs e 18:00 hs, no dia 21/12/2020. As condições meteorológicas do dia constam na Tabela 5.

Tabela 5. Dados meteorológicos registrados entre as 6:00 e 18:00 horas no dia 21/12/2020 pela estação meteorológica automática localizada na Sede da Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS.

Horário	Temperatura do ar (°C)	Umidade relativa do ar (%)	Velocidade do vento (km h ⁻¹)	Energia solar (cal.cm ⁻² dia ⁻¹)
06:00	14,2	78	6,4	47
07:00	16,2	75	9,7	251
08:00	18,6	69	12,9	489
09:00	20,4	59	14,5	708
10:00	20,8	54	16,1	946
11:00	21,9	51	19,3	1020
12:00	22,7	55	14,5	1081
13:00	23,3	55	14,5	1113
14:00	24,2	55	12,9	1109
15:00	24,2	57	11,3	1153
16:00	24,5	59	9,7	995
17:00	24,2	61	8,0	740
18:00	23,4	68	8,0	496

Para tanto, foram amostradas aleatoriamente quatro folhas totalmente expandidas, localizadas nos quatro quadrantes e posicionadas no terço médio de ramos localizados na altura média da copa de uma única planta da combinação ‘BRS Kampai’/‘Capdeboscq’. As folhas foram envelopadas com papel alumínio por, no mínimo, 20 minutos antes da avaliação. A coleta individual de cada folha foi realizada

com auxílio de bisturi, cortando-se o pecíolo junto à inserção no ramo. A folha, sem o envelope, foi devidamente fixada na tampa e introduzida na câmara de pressão, para avaliação do potencial hídrico. Utilizou-se a bomba de Schoalander manual, modelo Pump-Up Chamber (PMS Instrument Company®), fazendo-se a leitura da pressão lida no manômetro (em Mpa) no início da formação de bolha de água no pecíolo (Figura 5) (MCCUTCHAN; SHACKEL, 1992).



Figura 5. a) Folha envelopada com papel alumínio por, pelo menos, 20 minutos; b) Inserção do pecíolo na tampa da câmara de pressão; c) Bombeamento manual da câmara de Schoalander; d) Leitura da pressão na saída da primeira bolha d'água do pecíolo através de lupa acoplada na parte superior da câmara. Fotos a): Guilherme Nicolao; b); c e d): Newton Alex Mayer.

Através da curva de potencial hídrico, identificou-se que os valores mais negativos de potencial hídrico ocorreram entre as 13:00 e 15:00 horas (Figura 6), o que determinou o período do dia para a realização das avaliações posteriores.

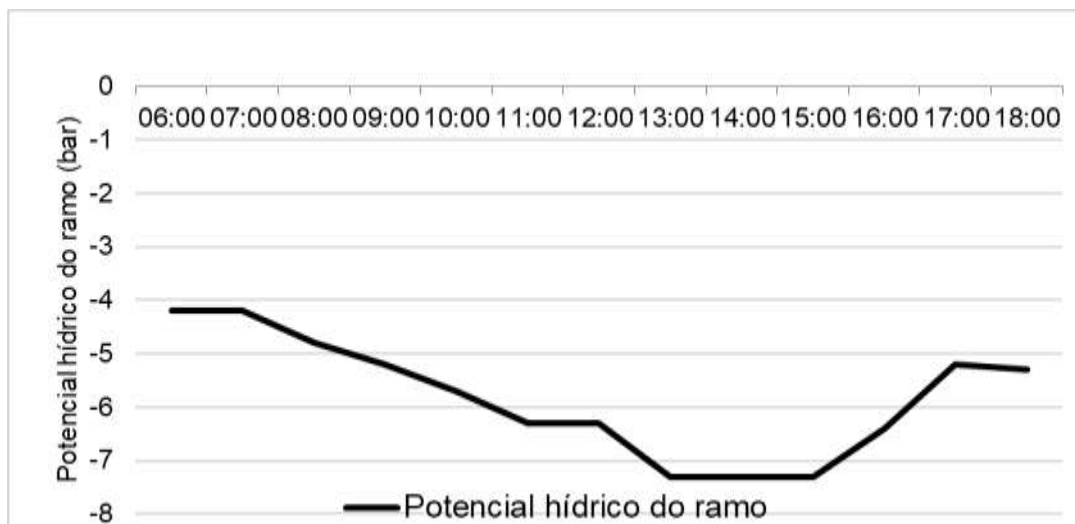


Figura 6. Curva do potencial hídrico do ramo (bar) determinada em uma única planta de pessegueiro 'BRS Kampai'/'Capdeboscq' entre 6:00 e 18:00 horas, através de bomba de Shoalander no dia 21/12/2020.

O experimento foi conduzido em blocos casualizados, com cinco tratamentos (pessegueiros 'BRS-Kampai' enxertados nos porta-enxertos clonais 'Capdeboscq', Clone 15, 'Tsukuba-1' e 'Flordaguard', além de 'BRS-Kampai' autoenraizado, sendo quatro repetições de uma planta por parcela, totalizando 20 plantas. As avaliações ocorreram nos dias 06/01/2021, 25/01/2021, 18/02/2021, 25/02/21 e 17/03/2021, procurando-se observar a ocorrência de, pelo menos, cinco dias sem precipitação pluviométrica, anterior a medição.

Nas respectivas datas de avaliação, foram coletadas amostras de solo para determinação da umidade gravimétrica do solo (U%), nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm, a 1 m do tronco das plantas, na linha de plantio (Figura 7b). A amostra úmida (amostra úmida + recipiente) foi pesada e transferida para estufa a 105°C (Figura 7e), deixando-a até massa constante, quando a amostra foi novamente pesada (Figura 7f) para determinação da massa seca. O cálculo da umidade gravimétrica é feito através da equação 1 (TEIXEIRA et al., 2017):

$$U (\%) = 100. \left(\frac{a - b}{b} \right) \quad (1)$$

Sendo:

U = Porcentagem do conteúdo de água (g) no conteúdo total da amostra;

a = massa da amostra úmida, em g;

b = massa da amostra seca a 105°C até atingir peso constante, em g.



Figura 7. a) Abertura de trincheira com pá de corte, para coleta de amostras de solo; b) Cortes verticais de 0-20 e 20-40 cm de profundidade; c) Amostras de solo deformadas em cápsulas de alumínio; d) Cápsulas de alumínio com massa conhecida e numeradas; e) Amostras de solo colocadas em estufa a 105°C até atingir massa constante; f) Pesagem de amostras de solo seco em balança com precisão de duas casas após a vírgula. Fotos: a); b) e f): Newton Alex Mayer. c); d) e e): Guilherme Nicolao.

A umidade gravimétrica do solo foi utilizada para caracterizar a condição hídrica do solo nas respectivas datas de avaliação (Tabela 6).

Tabela 6. Umidade gravimétrica das amostras de solo (%) determinada nas profundidades de 0-20cm e 20-40 cm nas cinco datas de avaliações com respectivos pontos de amostragens.

Avaliação	Data	Ponto de amostragem	Profundidade	Umidade gravimétrica (%)
1	06/01/21	1	0-20 cm	4,1
	06/01/21	1	20-40 cm	4,0
2	25/01/21	1	0-20cm	5,8
	25/01/21	1	20-40cm	6,5
	25/01/21	2	0-20 cm	7,2
	25/01/21	2	20-40 cm	7,4
	25/01/21	3	0-20 cm	7,7
	25/01/21	3	20-40 cm	8,4
3	19/02/21	1	0-20 cm	10,3
	19/02/21	1	20-40 cm	9,3
	19/02/21	2	0-20 cm	9,7
	19/02/21	2	20-40 cm	10,5
	19/02/21	3	0-20 cm	10,2
	19/02/21	3	20-40 cm	10,9
4	26/02/21	1	0-20 cm	8,4
	26/02/21	1	20-40 cm	9,8
	26/02/21	2	0-20 cm	7,0
	26/02/21	2	20-40 cm	7,7
	26/02/21	3	0-20 cm	9,6
	26/02/21	3	20-40 cm	10,0
5	17/03/21	1	0-20 cm	4,4
	17/03/21	1	20-40 cm	10,0
	17/03/21	2	0-20 cm	6,8
	17/03/21	2	20-40 cm	6,8
	17/03/21	3	0-20 cm	6,4
	17/03/21	3	20-40 cm	7,8

Para melhor caracterizar as condições meteorológicas nas datas de avaliação, foi calculado o déficit de pressão de vapor atmosférico (DPV), derivado da umidade relativa do ar, o qual é feito obtendo a pressão de vapor da atmosfera atual (e_a), tendo sido definido o horário das 12:00 horas, e a pressão de vapor da atmosfera saturada (e_s). A pressão de saturação de vapor (e_s) do dia de cada uma das cinco avaliações (Figura 8) foi calculada através da equação 2, descrito abaixo (ALLEN et al., 2006).

$$e_s = \frac{e^{\circ}_{T_{max}} + e^{\circ}_{T_{min}}}{2} \quad (2)$$

Em que:

$e^{\circ}_{(T_{max})}$ = Pressão de vapor na temperatura máxima (°C) do dia;

$e^{\circ}_{(T_{min})}$ = Pressão de vapor na temperatura mínima (°C) do dia.

A pressão de vapor média (e°) é calculada pela equação 3, descrito abaixo:

$$e^{\circ} = (T)0,6108 \exp \left(\frac{17,27 T}{T + 237,3} \right) \quad (3)$$

Em que:

$e^{\circ} (T)$: Pressão de saturação de vapor na temperatura em que a medida foi coletada;

T : Temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$);

$\exp$: 2,7183 (base logarítmica natural)

Na sequência, a pressão atual de vapor (e_a) é calculada com a equação 4, descrito abaixo:

$$e_a = \frac{e^{\circ}(T_{min}) \frac{UR_{max}}{100} + e^{\circ}(T_{max}) \frac{UR_{min}}{100}}{2} \quad (4)$$

Em que:

$e^{\circ}(T_{min})$: Pressão de saturação do ar (kPa) na temperatura mínima ($^{\circ}\text{C}$) do dia;

$e^{\circ}(T_{máx})$: Pressão de saturação do ar (kPa) na temperatura máxima ($^{\circ}\text{C}$) do dia;

UR_{max} : Umidade relativa (%) máxima do dia;

UR_{min} : Umidade relativa (%) mínima do dia.

Por último, o déficit de pressão de vapor (DPV) é calculado pela equação 5, descrito abaixo:

$$DPV (kPa) = e_s - e_a \quad (5)$$

Em que:

e_s : Pressão saturação de vapor atmosférico (Kpa);

e_a : Pressão atual de vapor atmosférico (KPa)

Para melhor caracterizar as condições meteorológicas foram coletados dados diários de precipitação e evapotranspiração de referência (e_{to}) registrados pela estação meteorológica automática e disponibilizados pelo Laboratório de Agrometeorologia localizado na Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS e expressos em períodos de aproximadamente quinze dias. Os dados foram expressos a partir do dia 22 de dezembro de 2020, 15 dias antes do início das avaliações (06/01/2021) até o último dia de avaliação (17/03/2021) (Figura 8).

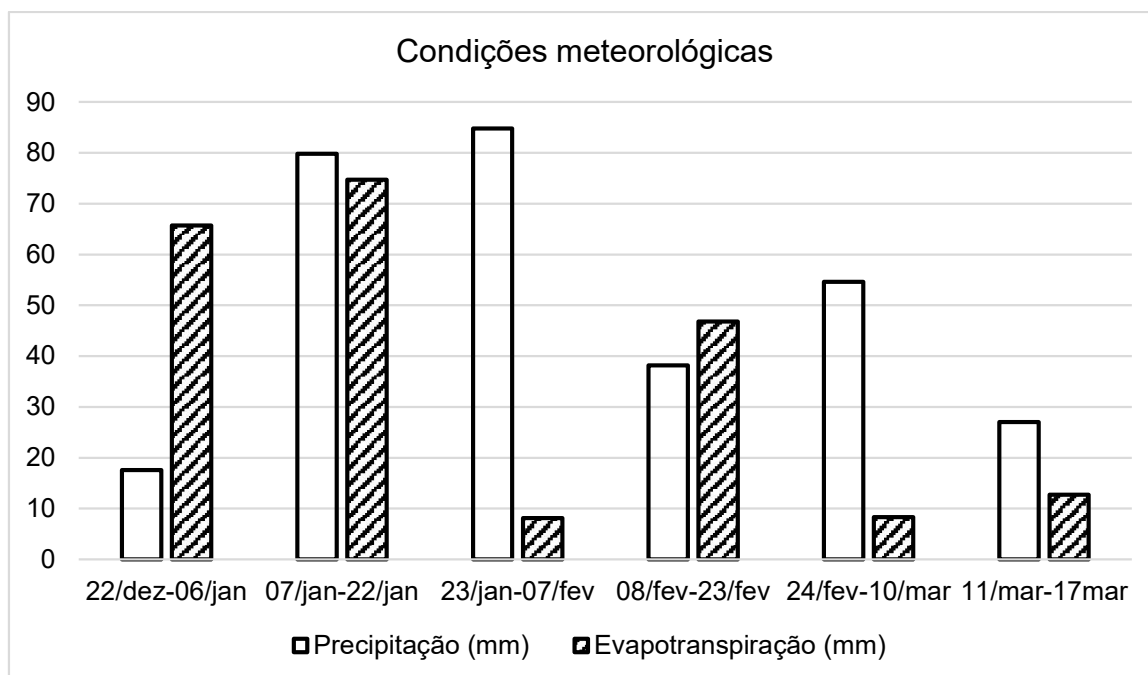


Figura 8. Precipitação e evapotranspiração acumuladas registradas em estação meteorológica automática localizada na Sede da Embrapa Clima Temperado em diferentes períodos, entre o final de 2020 e início de 2021, Pelotas-RS.

Variáveis avaliadas

Comprimento e crescimento dos ramos

Foram selecionados quatro ramos de crescimento do ano, posicionados no terço médio das plantas, um em cada quadrante da planta. As avaliações de comprimento foram realizadas com fita métrica e expressa em cm, sempre nos mesmos ramos marcados e nas mesmas datas de avaliação do potencial hídrico. A medida do comprimento do ramo foi feita entre o ponto de inserção até o ponto de crescimento (meristema apical), sendo calculado através da diferença de medida observada entre as avaliações. As medidas foram feitas por uma única pessoa. O crescimento dos ramos foi determinado através da subtração do comprimento do ramo da última avaliação pelo comprimento inicial do ramo, nos mesmos ramos utilizados para a medição do comprimento.

Potencial hídrico do ramo

Entre as 13:00 e 15:00 horas foram amostradas quatro folhas por planta, de forma aleatória, distribuídas nos quatro quadrantes, e posicionadas no terço médio de ramos do ano, na altura média da copa das plantas, as quais foram protegidas com envelopes de alumínio e fechados no pecíolo. Após 20 minutos, com o uso de bisturi, coletou-se cada folha com o pecíolo. O pecíolo da folha foi inserido no interior da câmara de pressão da Bomba de Scholander PMS Instrument Company® (modelo

Pump-Up Pressure Chamber) pelo orifício presente na tampa da câmara, que foi fechada para impedir a saída de ar para o ambiente externo. Após a aplicação de pressão, ao se visualizar a primeira bolha d'água (seiva) na extremidade do pecíolo, por meio de lupa, a pressão (bar) lida no manômetro foi anotada.

Teor foliar de prolina

Após as leituras de Ψ_{swp} , as mesmas folhas (quatro por planta) foram acondicionadas em sacos plásticos zip lock no interior de caixa térmica contendo nitrogênio líquido, sendo transportadas até o Laboratório de Cultura de Tecidos de Plantas da Universidade Federal de Pelotas, onde foram separados 500 mg de folhas frescas, cujas nervuras principais foram removidas, sendo acondicionados em Eppendorf® 2mL e armazenados em ultrafreezer até o processamento.

Como não é possível ler diretamente a concentração de prolina no tecido vegetal, foram utilizadas amostras de L-Prolina (solução padrão) com concentrações conhecidas. Através da leitura da absorbância nas amostras do aminoácido padrão, foi obtida uma equação linear que possibilitou calcular a concentração de prolina das amostras de tecido foliar.

A metodologia descrita a seguir foi adaptada de Bates et al. (1973). A partir de 500 mg de material vegetal, foram macerados 100mg para serem processados. As amostras maceradas foram acondicionadas em tubos Eppendorf® 2 mL contendo 500 μ L de ácido sulfossalicílico a 3%. Da mesma forma, nove volumes (0; 0,025; 0,050; 0,100, 0,250; 0,500, 1,00; 1,50 e 2 mL) correspondentes a nove concentrações (0; 0,0125; 0,025; 0,05; 0,125; 0,25; 0,5; 0,75 e 1,0 mM) de L-Prolina (1mM) (solução padrão) foram acondicionados em tubos Eppendorf® 2mL, os quais tiveram seu volume preenchido com ácido sulfossalicílico a 3%.

Então as amostras foram centrifugadas a 9449 rpm, durante 5 minutos. Após, 100 μ L do sobrenadante de cada amostra foi adicionado em tubos Eppendorf® 2 mL previamente preparados com 100 μ L de ácido sulfossalicílico a 3%, 200 μ L de ácido acético glacial e 200 μ L de ninhidrina ácida. Essa solução foi misturada em vórtex por 5 segundos. Na sequência, as amostras foram deixadas em banho-maria a 98°C por 60 minutos. Após, as amostras foram acondicionadas em gelo, durante 10 minutos.

Então, foi adicionado 1 mL de tolueno em cada tubo Eppendorf® 2mL de cada amostra, sendo na sequência agitados em vórtex, por 20 segundos. Na sequência os tubos foram deixados em bancadas por 5 minutos, para permitir a separação das fases aquosa e orgânica. A fase aquosa (cromóforo contendo tolueno) foi coletada e

adicionada em cubetas de quartzo, que foram acomodadas em espectrofotômetro, medindo a absorbância no comprimento de onda de 520 nm.

A partir da absorbância medida em cada amostra da solução padrão de L-Prolina, uma equação linear representativa ($r^2 = 0,9927$) em função da concentração de prolina foi obtida ($Abs = 1,7278x + 0,0002$) e utilizada para conhecer a concentração de prolina nas amostras do tecido foliar, isolando o “x” e obtendo a seguinte equação 6:

$$x = \left(\frac{Abs - 0,0002}{1,7278} \right) \quad (6)$$

Em que:

x = Concentração de prolina na amostra (mM)

Com a concentração de prolina obtida da fase aquosa de cada amostra, foi calculada a concentração de prolina (mM) por grama de massa fresca do material vegetal, através da equação 7, descrito abaixo:

$$\text{mM prolina g}^{-1}\text{MF} = \frac{\left(\frac{x * 0,5}{0,1} \right)}{\text{MF}} \quad (7)$$

Em que:

x = Concentração de prolina na fase aquosa da amostra (mM);

MF = Massa fresca de material vegetal da amostra (g);

Delineamento Experimental e Análise Estatística

O experimento foi conduzido em blocos ao acaso, com cinco tratamentos e quatro repetições de uma planta por parcela. As variáveis avaliadas foram submetidas à análise de variância, pelo teste F, e as médias separadas pelo teste de Tukey a 5% e 1% de probabilidade, utilizando o software estatístico RStudio.

3.Resultados e Discussão

Condições edafoclimáticas

Na primeira avaliação observou-se uma relação inversa entre as variáveis climáticas, com baixa umidade gravimétrica do solo (4 %) e alto DPV (2,3 kPa) (Figura 9). A partir da terceira avaliação as condições climáticas (Figura 9) foram favoráveis para a manutenção de Ψ_{swp} maiores, tendo em vista que esse parâmetro expressa

a ação conjunta das condições atmosféricas e do solo (MCCUTCHAN; SHACKEL et al., 1992).

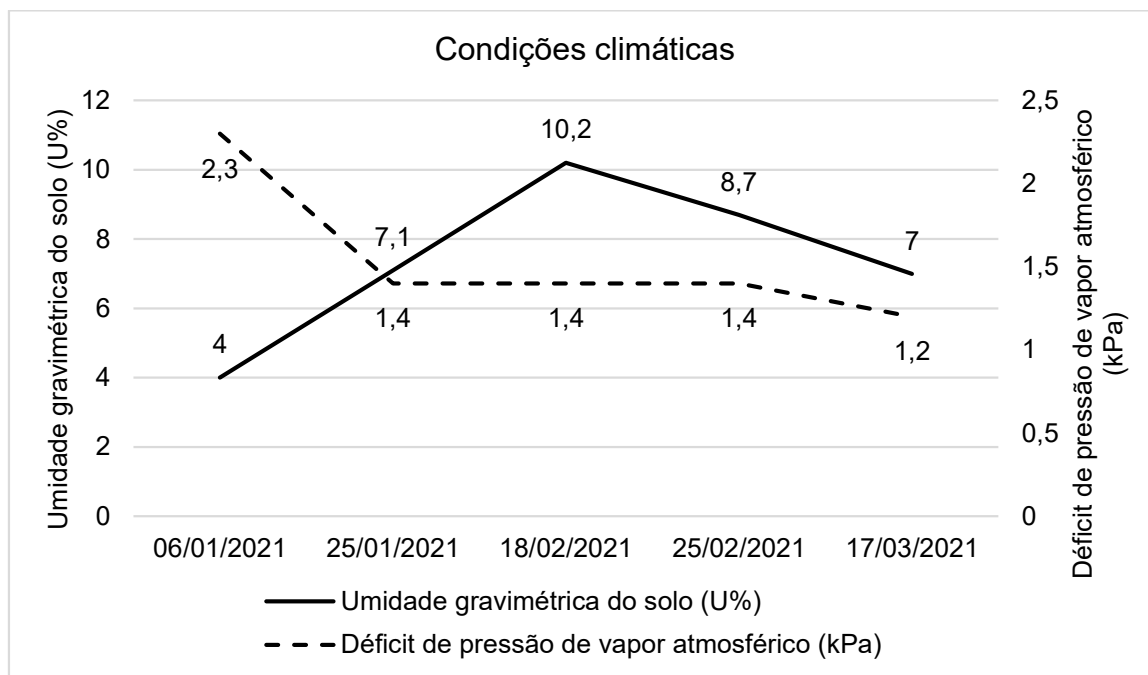


Figura 9. Umidade gravimétrica e déficit de pressão de vapor nas diferentes datas de avaliação.

Crescimento dos ramos

As plantas enxertadas sobre ‘Flordaguard’ apresentaram crescimento médio de ramos superior aos demais tratamentos, que não diferiram entre si (Figura 10). Em regiões com precipitação pluviométrica irregular ou pomares sem sistema de irrigação, porta-enxertos que promovam maior crescimento de ramos mistos em período pós-colheita, como ‘Flordaguard’, demonstram boa adaptação as condições edafoclimáticas.

Uma das características relacionadas a porta-enxertos que favoreçam o crescimento vegetativo da copa é a maior eficiência na absorção e translocação da seiva (MENEGATTI et al., 2022a, 2022b). Além disso, o aumento da umidade do solo a partir da terceira avaliação proporcionou Ψ_{swp} menos negativos sobre ‘Flordaguard’, o que em pessegueiro leva ao aumento significativo do crescimento diário dos ramos (BERMAN; DEJONG, 1997).

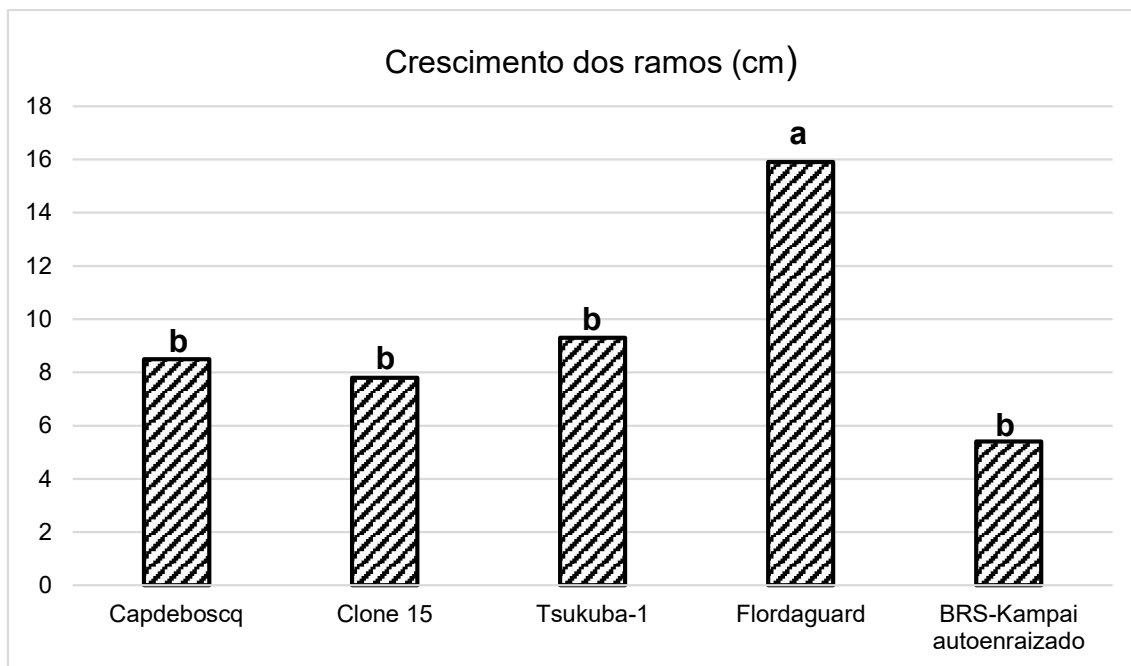


Figura 10. Crescimento médio no comprimento de ramos mistos de pessegueiros ‘BRS Kampai’ autoenraizados ou enxertados em quatro porta-enxertos clonais entre as datas de 06/01/2021 e 17/03/2021. Letras diferentes variam significativamente pelo teste de Tukey a 95% de confiança.

Comprimento dos ramos

A partir da segunda avaliação o comprimento dos ramos foi significativamente influenciado pelos tratamentos (Figura 11). Entre a segunda e quarta avaliações o comprimento dos ramos da cv. BRS-Kampai autoenraizada foi significativamente superior a ‘Clone 15’, embora sem diferença para os demais tratamentos, os quais não diferiram entre si (Figura 11).

Na última avaliação o comprimento dos ramos sobre ‘Flordaguard’ foi superior a ‘Clone 15’ (Figura 11), o que pode ser explicado pela maior disponibilidade hídrica a partir da terceira avaliação. O crescimento da parte aérea é influenciado pela combinação copa/porta-enxertos, devido a eficiência no uso da água (TWORKOSKI et al., 2016). Porta-enxertos de pessegueiro que apresentam maior taxa de absorção de água do solo promovem maior síntese de massa seca na copa, pois maior porção da água absorvida é utilizada na síntese de biomassa (OPAZO et al., 2020).

Apesar de menos vigoroso, ‘Clone 15’ não diferiu de ‘Capdeboscq’, ‘Tsukuba-1’ e ‘Autoenraizado’ no comprimento dos ramos (Figura 11). Uma das características relacionadas ao vigor é o comprimento do entrenó (OLIVEIRA et al., 2020). Apesar de menos vigoroso, um porta-enxerto como ‘Clone 15’ pode produzir maior número de

nós em condições de déficit hídrico, produzindo ramos de similar ou até superior comprimento do que porta-enxertos vigorosos.

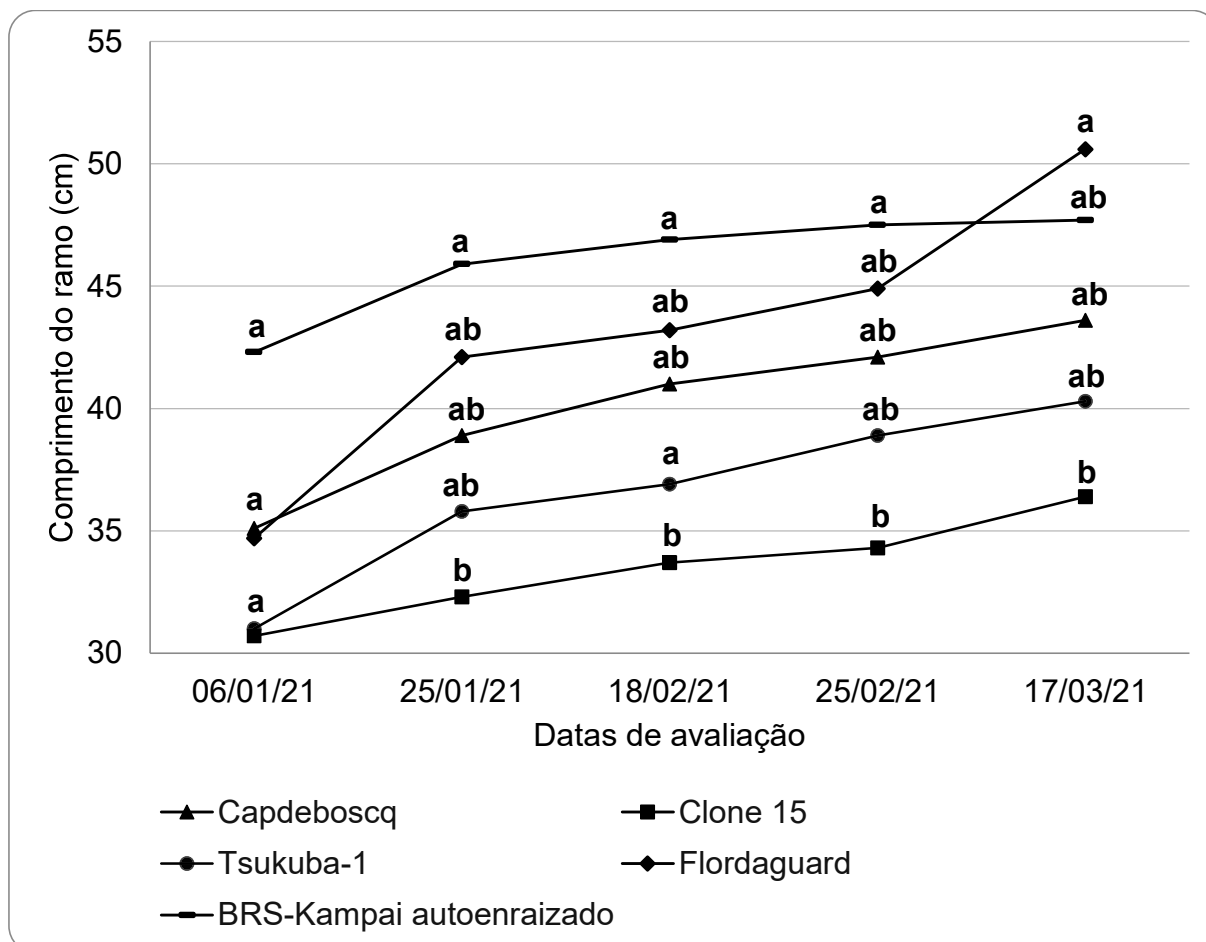


Figura 11. Comprimento de ramos mistos do ano de pessegueiros ‘BRS Kampai’ autoenraizados ou enxertados em quatro porta-enxertos clonais. Letras distintas na mesma data de avaliação variam significativamente pelo teste de Tukey a 95% de confiança.

Potencial hídrico

Na primeira avaliação o tratamento BRS-Kampai autoenraizado apresentou valores de Ψ_{swp} maiores do que ‘Tsukuba-1’ ‘Flordaguard’ e ‘Clone 15’, os quais não diferiram entre si (Figura 12). Apesar da formação de dois grupos distintos estatisticamente, a amplitude de valores de Ψ_{swp} demonstra melhor adaptação edafoclimática dos materiais avaliados do que a cv. Esmeralda enxertada sobre seedlings de pessegueiro (entre -8 e -18 bar) em pomar sem irrigação (MONTEIRO et al., 2018). A importância de conhecer as respostas de diferentes genótipos possibilita indicar o porta-enxerto melhor adaptado as condições edafoclimáticas da região.

Na segunda data de avaliação (Figura 12), após período de precipitação pluviométrica, o Ψ_{swp} sobre ‘Clone 15’ foi significativamente menor do que ‘Autoenraizado’ e ‘Capdeboscq’, que não diferiram entre si (Figura 12). Ainda na

segunda avaliação, o grupo com valores mais negativos de Ψ_{swp} foram 'Tsukuba-1' e 'Flordaguard', ambos $< -9,5$ bar (Figura 12). Mesmo com maior umidade do solo na segunda avaliação, 'Tsukuba-1' e 'Flordaguard' apresentaram valores de Ψ_{swp} similares a pessegueiro irrigado com reposição de apenas 50% da evapotranspiração (-12 bar) (ABRISQUETA et al., 2015). Entretanto, os valores de Ψ_{swp} sobre 'Clone 15' demonstram que esse porta-enxerto apresentou menor dificuldade para atender a demanda hídrica da copa.

A partir da terceira avaliação (Figura 12) não houveram diferenças significativas no Ψ_{swp} do tratamento BRS-Kampai autoenraizado. Com menor DPV, possivelmente a transpiração foliar foi menor, exigindo menor fluxo de seiva no xilema, resultando em Ψ_{swp} menos negativos. O presente estudo confirma que o status hídrico de espécies lenhosas é influenciado pela interação entre as condições atmosféricas e pela disponibilidade hídrica do solo (MCCUTCHAN; SHACKEL, 1992; ABRISQUETA et al., 2015; GIOVANNINI et al., 2022). Em condições de baixo DPV, a partir da terceira avaliação (Figura 12), os porta-enxertos não apresentaram dificuldade em atender a demanda hídrica da copa através da água disponível no solo.

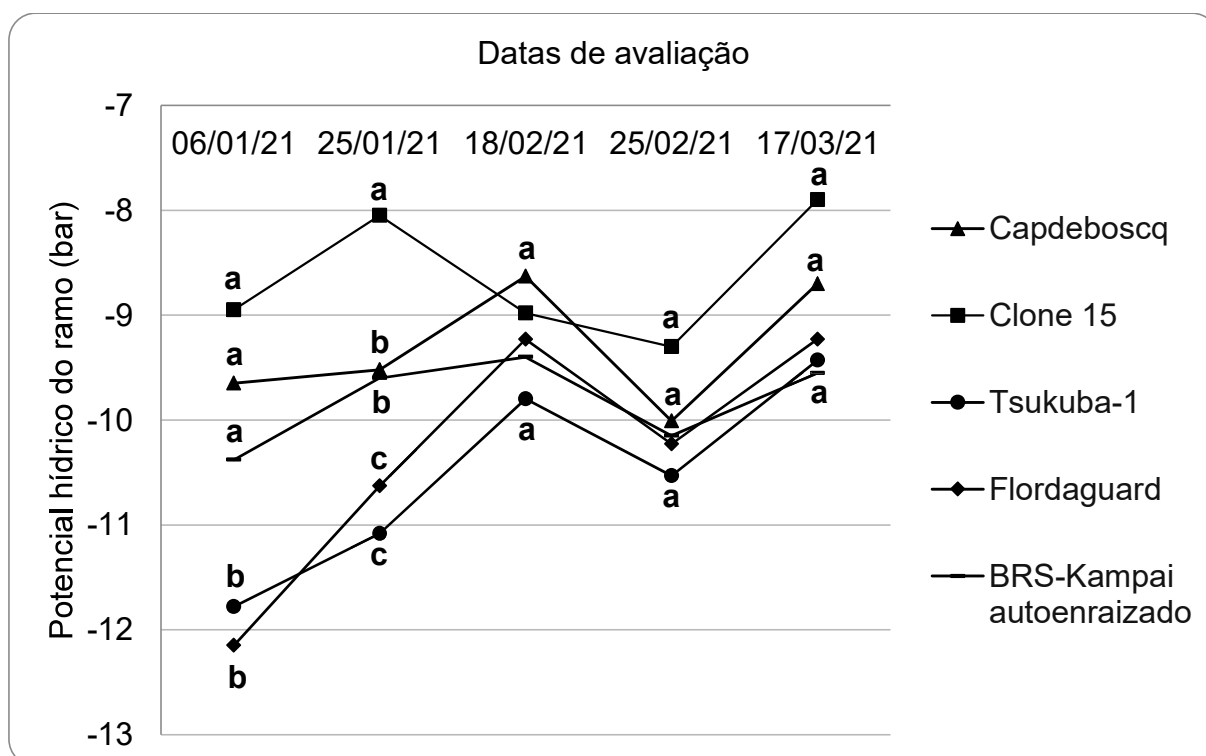


Figura 12. Potencial hídrico do ramo medido em folhas de pessegueiros 'BRS Kampai' autoenraizados ou enxertados em quatro porta-enxertos clonais nas diferentes datas de avaliação com uso de bomba de Schoalander em pomar localizado na Sede da Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS. Letras distintas na mesma data diferem significativamente pelo teste de Tukey a 95% de confiança.

Correlação entre potencial hídrico do ramo e umidade do solo

Para as plantas enxertadas sobre 'Tsukuba-1' (Figura 13c) e 'Flordaguard' (Figura 12d) a umidade do solo representa 36% e 33% da variação do Ψ_{swp} , respectivamente, superiores a 'Capdeboscq' (6%), 'Clone 15' (4%) e 'BRS-Kampai' autoenraizado (6%) (Figura 13). Isto significa que a manutenção da umidade do solo é mais importante para 'Tsukuba-1' e 'Flordaguard' manter o status hídrico da copa do que os demais tratamentos.

O presente estudo avaliou apenas a umidade do solo na profundidade de 0-40 cm. A avaliação da umidade do solo em camadas mais profundas (0-80 cm) responderia melhor a variação de Ψ_{swp} em 'Capdeboscq', 'Clone 15' e 'BRS-Kampai' autoenraizado (ABRISQUETA et al., 2015), possivelmente absorvendo água retida em camadas mais profundas do solo, mantendo o Ψ_{swp} em valores próximos a - 10 bar.

Uma das características que possivelmente explicam a manutenção do Ψ_{swp} sobre 'Clone 15' é a maior concentração de prolina nas folhas da cultivar copa, influenciando o potencial osmótico e a manutenção do turgor celular (RANJBAR et al., 2022).

Apesar de diferenças de vigor entre porta-enxertos de frutíferas da família *Rosaceae*, genótipos com maior volume de raízes conseguem atender a demanda transpiratória da copa devido ao maior volume de solo explorado. No entanto, porta-enxertos de reduzido vigor podem sintetizar maiores quantidades de ácido abscísico, fechando os estômatos e evitando a perda de água por transpiração. Essas diferenças demonstram que diferentes características possibilitam a manutenção do status hídrico de frutíferas lenhosas (TWORKOSKI et al., 2016).

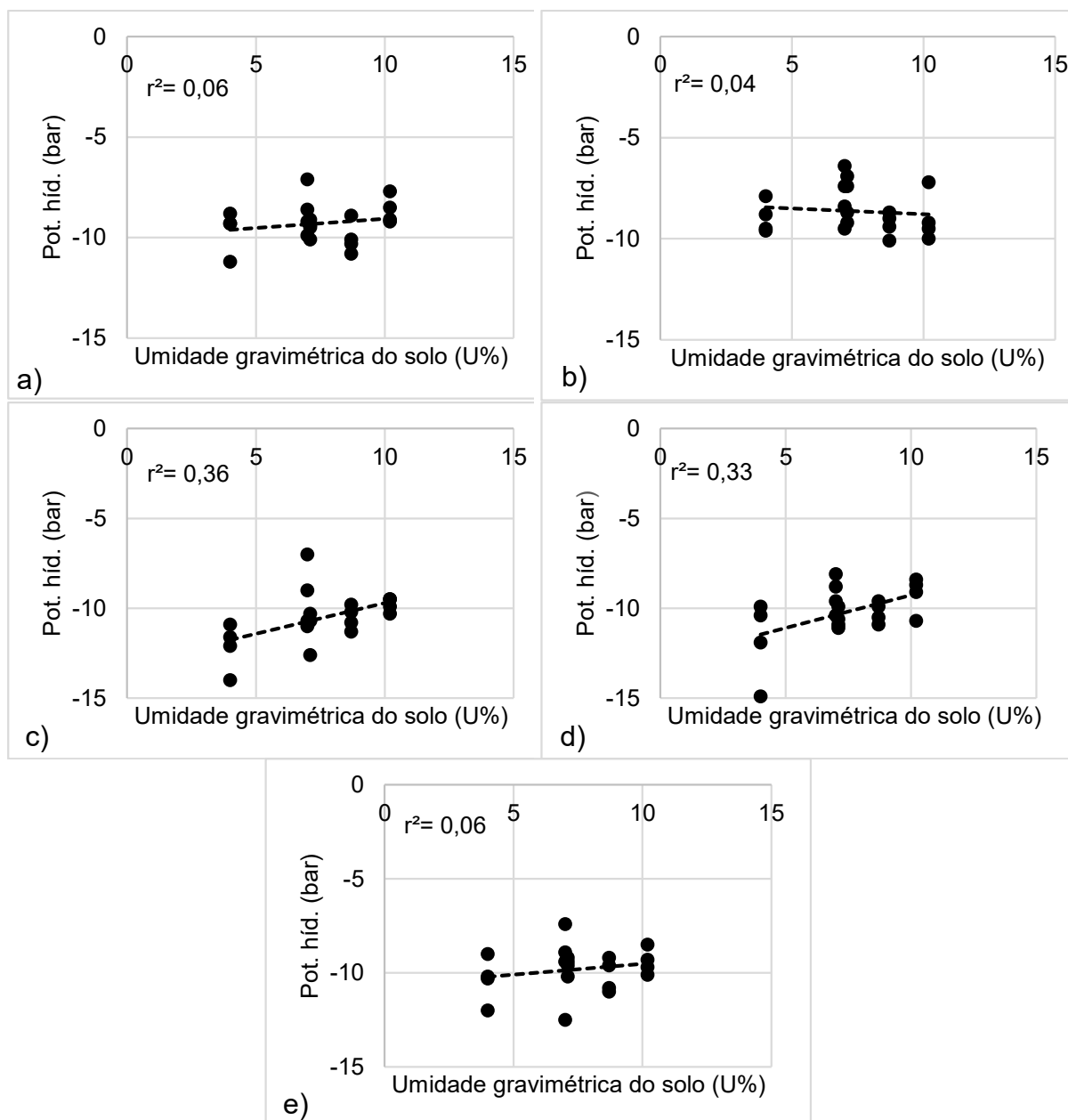


Figura 13. Correlação entre potencial hídrico do ramo (bar) e umidade gravimétrica do solo (%), em pessegueiros 'BRS Kampai' autoenraizados ou enxertados em quatro porta-enxertos clonais. a) 'Capdeboscq'; b) 'Clone 15'; c) 'Tsukuba-1'; d) 'Flordaguard' e e) 'BRS-Kampai' autoenraizado.

Correlação entre potencial hídrico do ramo e déficit de pressão de vapor atmosférica

A correlação entre Ψ_{swp} e DPV foi negativa (Figura 14), assim como em outras frutíferas de clima temperado como ameixeira européia, pessegueiro, pereira, videira e oliveira (MCCUTCHAN; SCHAKEL, 1992; FERRERES; GOLDHAMER, 2003; MORIANA, FERRERES, 2004; CHAVARRIA et al., 2009; OLIVO et al., 2009; MONTEIRO et al., 2018; BLANCO; KALCSITS, 2021). O coeficiente de determinação

(r) demonstra que o déficit de pressão atmosférico explica 25% da variabilidade de Ψ_{swp} para 'Tsukuba-1' e 27% para 'Flordaguard' (Figura 14).

O déficit de pressão atmosférico é uma das condições atmosféricas que levam ao aumento da transpiração, exigindo maior fluxo de seiva no xilema, que em condições de baixa umidade do solo, leva a Ψ_{swp} mais negativos (GIOVANNINI et al., 2022). Valores de Ψ_{swp} menores levam a redução da assimilação de CO_2 pelo fechamento estomático, levando a menor síntese e crescimento da parte aérea (CONESA et al., 2020).

A maior sensibilidade de 'Tsukuba-1' ao déficit de pressão de vapor atmosférico possivelmente levou ao menor comprimento do ramo, indicando possível redução da eficiência no uso da água por esse porta-enxerto. A eficiência no uso da água pode ser expressa pela quantidade de água transpirada em relação a assimilação de CO_2 , crescimento vegetativo e produção de frutos. A síntese de ácido abscísico é uma das características que tornam as combinações copa/porta-enxerto da família *Rosaceae* mais eficientes no uso da água (TWORKOSKI et al., 2016; OPAZO et al., 2020).

Os tratamentos 'Capdeboscq' (Figura 14a) e 'BRS-Kampai' autoenraizado (Figura 14e) e 'Clone 15' (Figura 14b) apresentaram coeficiente de determinação (r^2) que demonstra baixa variação do Ψ_{swp} em resposta a alteração do déficit de pressão de vapor atmosférico. A tolerância às condições climáticas pode resultar de diferentes características, de acordo com o genótipo, dentre elas o volume de raízes e a capacidade de regulação da abertura e fechamento estomático (TWORKOSKI et al., 2016; OPAZO et al., 2019).

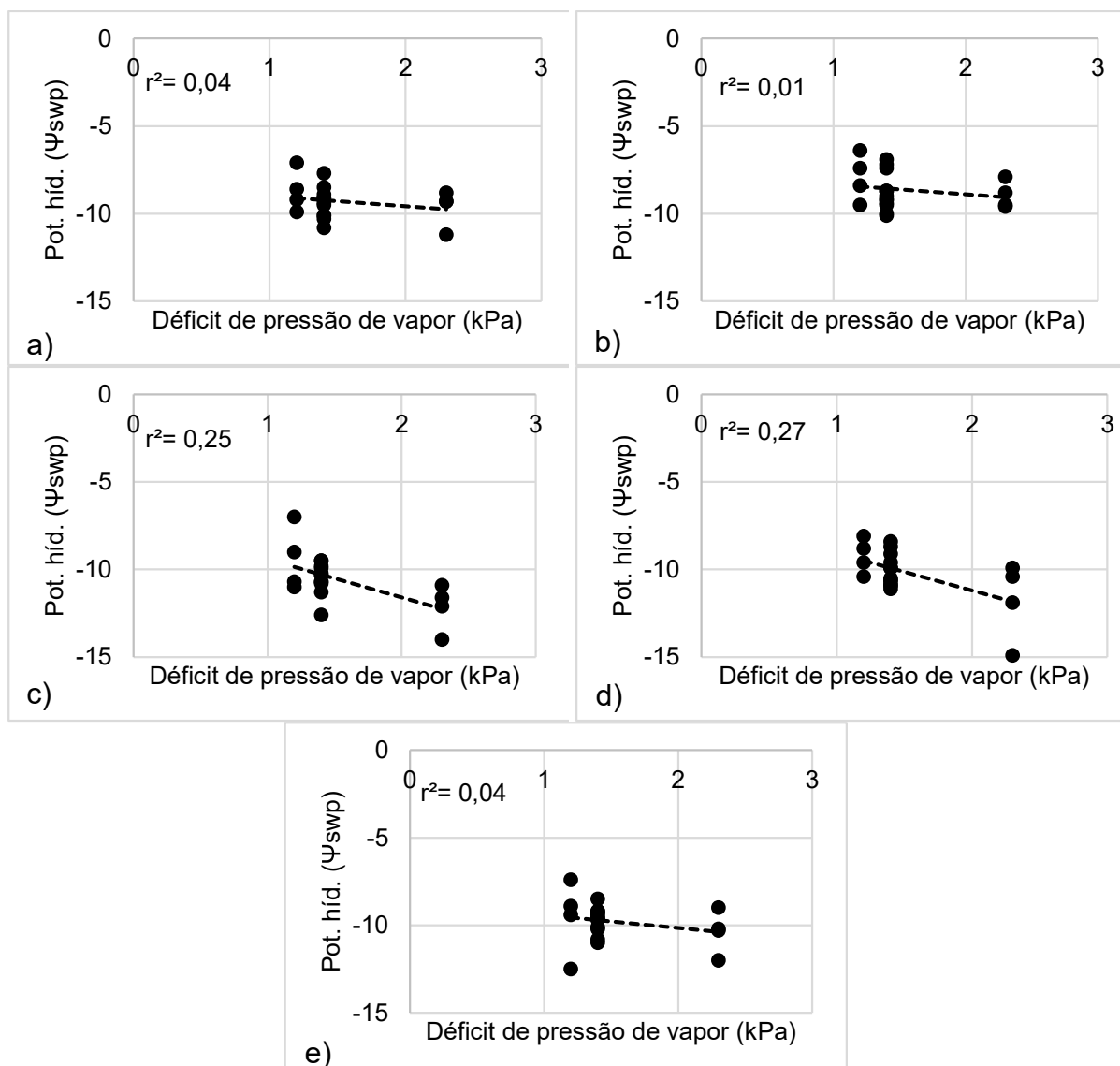


Figura 14. Correlação entre potencial hídrico do ramo (bar) de pessegueiros 'BRS Kampai' autoenraizados ou enxertados em quatro porta-enxertos clonais e o déficit de pressão de vapor atmosférico. a) 'Capdeboscq'. b) 'Clone 15'. c) 'Tsukuba-1'. d) 'Flordaguard'. e) 'BRS-Kampai' autoenraizado.

Concentração foliar de prolina

Na primeira e segunda avaliação, as plantas enxertadas sobre 'Clone 15' apresentaram concentração significativamente superior do que os demais tratamentos, os quais não diferiram entre si (Tabela 7). A maior concentração de prolina nas folhas da cv. BRS-Kampai sobre 'Clone 15' possivelmente reduziu o potencial osmótico, exigindo menor absorção de água para a manutenção do turgor foliar, resultando em menor tensão da seiva no xilema (Ψ_{swp}), devido ao menor fluxo de seiva necessário para manter as células do mesófilo túrgidas.

Em espécies do gênero *Prunus*, como amendoeira (*Prunus dulcis*), o aumento significativo da concentração de prolina foliar está relacionado a manutenção do

conteúdo relativo de água nas folhas de combinação copa/porta-enxerto tolerante a condições de estresse hídrico severo ($<2,8$ Mpa de Ψ_{swp}) (RANJBAR et al., 2022). Em condições de menor disponibilidade hídrica, ocorre a expressão de genes responsáveis pela síntese de aminoácidos como prolina, auxiliando no ajuste osmótico e na resposta anti-oxidante em espécies como *Prunus mahaleb* e *P. persica* (FENG et al., 2017; JIMÉNEZ et al., 2020).

Na terceira e quarta avaliação a concentração foliar de prolina foi superior sobre 'Clone 15' em relação a 'Capdeboscq', embora ambos não tenham diferido significativamente dos demais tratamentos (Tabela 7). Embora 'BRS-Kampai' autoenraizado, 'Tsukuba-1' e 'Flordaguard' tenham se igualado a 'Clone 15' na concentração foliar de prolina na terceira avaliação, essa resposta foi lenta, pois todos os tratamentos conseguiram atingir similar Ψ_{swp} devido ao aumento da umidade do solo. Em espécies como cerejeira (*Prunus avium*), com lenta síntese de prolina, o conteúdo relativo de água nas folhas reduz significativamente em condições de baixa disponibilidade hídrica (potencial mátrico do solo = $-1,2$ Mpa) (JAVADI et al., 2017).

Na última avaliação não houve diferença significativa entre os tratamentos avaliados (Tabela 7). Possivelmente as condições climáticas favoráveis não induziram a maior síntese do aminoácido prolina (FENG et al., 2017; JIMÉNEZ et al., 2013, 2020). Entretanto, nas primeiras duas avaliações, foi observado maior síntese nas folhas da BRS-Kampai sobre 'Clone 15', o que demonstra eficaz resposta bioquímica nessa combinação copa/porta-enxerto. Entretanto, outras moléculas, como açúcares solúveis, não quantificados no presente estudo, podem ter sido acumulados, contribuindo assim para o potencial hídrico maior sobre 'Clone 15' (BOONANUNT et al., 2014; HAIDER et al., 2018).

Tabela 7. Teores de prolina (mM.g⁻¹ de massa fresca) em folhas de pessegueiro da cv. BRS-Kampai em plantas autoenraizadas ou enxertadas sobre diferentes cultivares de porta-enxertos clonais.

Porta-enxerto	Datas de avaliações				
	06/01/21	25/01/21	18/02/21	25/02/21	17/02/21
Capdeboscq	1,98 b	3,07 b	4,85 b	3,88 b	3,79 a
Clone 15	8,03 a	15,84 a	11,89 a	8,68 a	10,20 a
Tsukuba-1	3,22 b	3,15 b	5,21 ab	5,81 ab	4,53 a
Flordaguard	2,55 b	2,67 b	5,99 ab	4,46 ab	6,55 a
BRS-Kampai autoenraizado	2,56 b	3,12 b	5,04 ab	4,72 ab	6,52 a
F _{porta-enxerto}	9,7967**	5,5227*	3,7089*	6,2598**	1,9377 ^{ns}
F _{bloco}	2,9238**	0,9852*	0,5779*	1,9956**	1,0831 ^{ns}
CV (%)	43,12	87,76	47,06	27,10	56,53

Médias seguidas por letras distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey. * significativo a 95% de confiança; ** significativo a 99% de confiança; ^{ns} não significativo.

No presente estudo, o porta-enxerto ‘Clone 15’, de reduzido vigor, promoveu manutenção do status hídrico da cultivar copa de forma estável ao longo do período de avaliação. O maior acúmulo de prolina sobre ‘Clone 15’ indica que esse genótipo apresenta potencial tolerância ao déficit hídrico (JIMÉNEZ et al., 2020), possivelmente ajustando o potencial osmótico das folhas, tornando o Ψ_{swp} do ramo maior.

Os porta-enxertos ‘Flordaguard’ e ‘Tsukuba-1’ apresentaram a maior sensibilidade do Ψ_{swp} as condições edafoclimáticas. Entretanto, ‘Flordaguard’ promoveu o maior crescimento de ramos a cultivar copa, demonstrando capacidade de manter o crescimento vegetativo em período pós-colheita sob precipitação irregular. As plantas da cv. BRS-Kampai autoenraizadas ou enxertadas sobre ‘Capdeboscq’ apresentaram intermediária tolerância à redução da disponibilidade hídrica.

4. Conclusões

Nas condições edafoclimáticas em que o trabalho foi realizado, é possível concluir que:

O potencial hídrico de pessegueiros ‘BRS-Kampai’ só foi influenciado pelos tratamentos testados nas primeiras duas avaliações, realizadas no mês de janeiro, quando a umidade gravimétrica do solo foi menor e o déficit de pressão de vapor atmosférico foi maior.

Com menor umidade gravimétrica do solo (< 7,0%), pessegueiros ‘BRS-Kampai’ enxertados no ‘Clone 15’ (*P. mume*) apresentaram potencial hídrico maior e maiores teores foliares de prolina, indicando maior tolerância desta combinação interespecífica ao déficit hídrico de verão.

Pessegueiros 'BRS-Kampai' enxertados sobre 'Flordaguard' e 'Tsukuba-1', ambos de folhas vermelhas, são mais sensíveis a variação da umidade do solo, sendo que o potencial hídrico tem correlação significativa e positiva com a umidade gravimétrica do solo e negativa com o déficit de pressão de vapor atmosférico.

Pessegueiros 'BRS-Kampai' autoenraizados apresentaram crescimento de ramos, teores de prolina e potencial hídrico similares aos das plantas enxertadas no 'Capdeboscq', demonstrando boa adaptação às condições edafoclimáticas existentes.

Capítulo 3 – Performance de pessegueiros ‘Maciel’ autoenraizados ou enxertados sobre porta-enxertos clonais de espécies, híbridos e cultivares de *Prunus* spp. em área com histórico de morte-precoce

1.Introdução

A síndrome da morte-precoce do pessegueiro foi constatada pela primeira vez na década de 1970, por técnicos da extensão rural da Emater-RS, no município de Pelotas. Os sintomas característicos são o florescimento irregular, a queda de gemas, as folhas pequenas e a necrose de tecidos internos do lenho, de onde é exalado odor fermentativo (CAMPOS et al., 2014). Esses sintomas ocorrem em reboleiras ou, às vezes, em plantas isoladas no pomar, onde se observa até 90% de mortalidade de plantas. Em pomares acometidos pela síndrome observou-se alto nível populacional de nematoides do gênero *Helicotylenchus* e das espécies *Mesocriconema xenoplax* e *Meloidogyne javanica*, além da menor atividade da enzima peroxidase em tecidos de *Prunus*, responsável pela cicatrização de tecidos (CARNEIRO et al., 1993; MARAFON et al., 2009; GOMES et al., 2000, 2010).

Nos Estados Unidos, uma síndrome similar denominada Peach Tree Short Life (PTSL) foi responsável por altas porcentagens de mortalidade na região sudeste daquele país, contudo, com o desenvolvimento e a adoção de porta-enxertos como ‘Lovell’, ‘MP-29®’, ‘Sharpe’ e ‘Guardian®’, houve redução significativa da mortalidade de plantas (BECKMAN et al., 1996, 2008, 2012, 2019; PARKER et al., 2018; REIGHARD et al., 1990, 2019). No Rio Grande do Sul essa síndrome persiste na atualidade, especialmente devido ao uso de seedlings de pessegueiro como porta-enxerto, os quais não foram selecionados para esta função, situação também decorrente pela falta de uma cultivar de porta-enxerto indicada para áreas com histórico de morte precoce.

O uso de seedlings de cultivares de pessegueiro (*Prunus persica*) não selecionados como porta-enxerto ainda é uma prática usual entre alguns viveiristas da região, devido a facilidade de obtenção deste material propagativo, contudo, produz heterogeneidade entre plantas (MAYER et al., 2017). Em pessegueiro, as taxas de polinização cruzada podem atingir até 33% (MILLER et al., 1989), além disso, a autopolinização de cultivares não levadas a homozigose leva a segregação fenotípica, produzindo progênies com diferentes características (BECKMAN; SHERMAN, 2003). Desta forma, quando uma característica qualitativa desejada é

recessiva, a polinização cruzada com um genótipo que apresente o gene dominante, leva a perda da característica (SMYKOV, 2016).

Uma das formas de manter a característica recessiva de porta-enxertos levados à homozigose é a manutenção de um matrizeiro com a única cultivar selecionada, isolada de outras cultivares (MAQUILAN et al., 2018; LOBATO et al., 2021). Entretanto, a manutenção de características desejadas pode ser feita através da clonagem, excluindo a possibilidade da variabilidade genética decorrente da propagação por sementes. Em pessegueiro, a clonagem através de estaquia herbácea é tecnicamente viável em escala comercial (MAYER et al., 2015a, 2020; NICOLAO et al., 2021; LACKMAN et al., 2022).

A clonagem tem sido adotada pela Embrapa Clima Temperado como estratégia para a seleção e resgate de porta-enxertos potencialmente tolerantes à morte-precoce, realizada em pomares comerciais de pessegueiro com porta-enxertos segregantes e originalmente propagados por sementes. Outra estratégia é o uso de espécies, híbridos interespecíficos e cultivares de *Prunus* spp. em áreas com histórico de morte-precoce, avaliando a resposta destes como porta-enxertos clonais, além do desempenho vegetativo e reprodutivo da cultivar copa (MAYER et al., 2019; UENO, 2021). O presente trabalho faz parte desta segunda estratégia de pesquisa para reduzir os prejuízos causados pela denominada morte-precoce.

Diante da problemática da ausência de identidade genética dos porta-enxertos utilizados na cultura do pessegueiro e sua relação com a morte precoce, o objetivo deste trabalho foi avaliar a reação de pessegueiros 'Maciel' autoenraizados ou enxertados sobre diferentes porta-enxertos clonais (propagados vegetativamente por enraizamento de estacas herbáceas) de *Prunus* spp. em área com histórico de morte precoce. A hipótese formulada foi de que existem genótipos que, quando utilizados como porta-enxerto, conferem maior produtividade às copas e reduzam os danos e mortes de plantas em área com histórico da síndrome, comparativamente aos tradicionais 'Capdeboscq' e 'Aldrighi'.

2. Metodologia

Vinte e um acessos foram propagados por enraizamento de estacas herbáceas para serem testados como porta-enxertos da cultivar de pessegueiro Maciel, no verão de 2012/2013 (Tabela 8). Adicionalmente, foram produzidas mudas autoenraizadas da cultivar Maciel, também por meio do enraizamento de estacas herbáceas, dispensando a enxertia e o uso de porta-enxerto. Ramos herbáceos foram coletados

de plantas matrizes da “Coleção de porta-enxertos de *Prunus*” da Embrapa Clima Temperado (Pelotas-RS) e manejadas com poda drástica.

Estacas com 15 cm de comprimento foram preparadas, mantendo apenas as folhas dos três nós distais, cortadas pela metade para redução da transpiração. A base das estacas foi tratada com ácido indol butírico (3.000 mg L^{-1}), e acondicionadas em caixas plásticas contendo vermiculita, durante o período de enraizamento, sob nebulização intermitente, no interior de casa de vegetação (MAYER et al., 2013).

Tabela 8. Genótipos de *Prunus* spp. utilizados como porta-enxertos clonais para o pessegueiro ‘Maciel’ e plantas autoenraizadas (sem porta-enxerto), testados em área com histórico de morte-precoce do pessegueiro.

Tratamentos	Espécie
Barrier	<i>P. persica</i> x <i>P. davidiana</i>
Cadaman	<i>P. persica</i> x <i>P. davidiana</i>
GF 677	<i>P. persica</i> x <i>P. amygdalus</i>
GxN.9	<i>P. persica</i> x <i>P. dulcis</i>
Capdeboscq	<i>P. persica</i>
Rigitano	<i>P. mume</i>
Clone 15	<i>P. mume</i>
México F1	<i>P. persica</i>
Tsukuba-1	<i>P. persica</i>
Tsukuba-2	<i>P. persica</i>
Tsukuba-3	<i>P. persica</i>
Okinawa	<i>P. persica</i>
Flordaguard	<i>P. persica</i>
Nemared	<i>P. persica</i>
Ishtara	(<i>P. cerasifera</i> x <i>P. salicina</i>) x (<i>P. cerasifera</i> x <i>P. persica</i>)
Aldrighi	<i>P. persica</i>
Tardio-1	<i>P. persica</i>
De Guia	<i>P. persica</i>
Rosaflor	<i>P. persica</i>
P. manshurica	<i>P. manshurica</i>
Santa Rosa	<i>P. salicina</i>
‘Maciel’ autoenraizado	<i>P. persica</i>

Após período de enraizamento, as estacas enraizadas aptas (adequado número e distribuição de raízes ao redor da base da estaca) foram transplantadas para sacos plásticos (30 cm x 18 cm) contendo substrato comercial Turfa Fértil® (SSP Hortaliça CA), sendo conduzidas em haste única. Quando as hastes dos porta-enxertos atingiram diâmetro adequado (entre 8 mm e 12 mm), foi realizada a enxertia de borbúlia em “T-invertido” com o pessegueiro ‘Maciel’ (RASEIRA et al., 2014). Os tratos culturais necessários, na fase de viveiro, foram realizados até o inverno de 2014 (MAYER et al., 2015).

O experimento foi instalado em uma propriedade rural pertencente a um fruticultor, em área com histórico de morte-precoce do pessegueiro, localizada na Colônia São Manoel, 8º Distrito de Pelotas-RS, que consiste em uma unidade de observação com porta-enxertos clonais (Figura 15). Previamente ao plantio das mudas no pomar, o solo da área foi amostrado em cada bloco, para realização de análise química (CQFS, 2004).



Figura 15. Pomar experimental de pessegueiro 'Maciel' em área com histórico da morte-precoce, com tratamentos compostos de 21 porta-enxertos clonais e com plantas autoenraizadas (sem porta-enxerto), no início da safra do sétimo ano após o plantio (Pelotas-RS). Foto: Guilherme Nicolao.

De acordo com a interpretação agronômica, constatou-se que a condição química do solo foi, em geral, satisfatória para o cultivo do pessegueiro, com níveis predominantemente altos ou muito altos para fósforo, níveis predominantemente altos para potássio, cálcio, magnésio, cobre e zinco, pH alto, níveis médios para boro, embora com baixos teores de matéria orgânica e médios ou baixos teores de manganês (Tabela 9). Também foi realizada a subsolagem e não foram constatados problemas físicos de solo limitantes ao cultivo do pessegueiro.

Tabela 9. Análise química e interpretação agronômica (SBCS/CQFS, 2004) de amostra de solo coletada em 27/07/2020 no pomar em que o experimento foi avaliado: Mb= muito baixo; B= baixo; M= médio; A= alto; Ma= muito alto.

Bloco	pH	M.O	Argila	P	K	Ca	Mg	Saturação (%)	
	água 1:1	(%)	(%)	mg/dm ³		cmol c/dm ³		Al	V
1	6,1 A	2,4 B	18	35,6 A	130,3 Ma	6,9 A	2,9 A	0,0 Mb	82 A
2	6,1 A	2,3 B	17	51,0 Ma	157,9 Ma	6,1 A	2,0 A	0,0 Mb	80 M
3	6,2 A	2,8 M	16	37,1 A	110,0 A	7,4 A	2,3 A	0,0 Mb	83 A
4	6,0 M	3,0 M	18	55,3 Ma	107,5 A	8,2 A	2,2 A	0,0 Mb	80 M

As mudas foram plantadas em 29/07/2014, no espaçamento de 5,0m x 2,60m (770 plantas ha⁻¹), sendo dispostas em quatro linhas de plantio. No momento do plantio, as mudas foram despontadas a 50 cm de altura, para estimular a brotação lateral e viabilizar a formação do sistema de condução em “vaso”. A cobertura do solo foi mantida com aveia-branca e nabo forrageiro na entrelinha e através de herbicida foi realizado o controle de plantas espontâneas na linha de plantio.

Variáveis avaliadas

Nos anos de 2020 e 2021, quando as plantas estavam com 6 e 7 anos de idade, respectivamente, foram realizadas as seguintes determinações:

- **Diâmetro do tronco (DT):** Foi determinado em agosto de 2020 e 2021, com auxílio de paquímetro digital e expresso em milímetros (mm), tomando-se a medida a 5 cm acima do ponto de enxertia. Nas plantas autoenraizadas o diâmetro foi determinado a 5 cm acima do solo.

- **Área de secção do tronco (AT):** Calculada em 2020 e 2021 pela fórmula $AT = \pi \times R^2$, sendo AT = área da secção do tronco, expresso em cm²; $\pi = 3,1416$; R = raio, em cm.

- **Número de frutos por planta (NFP):** Determinada por contagem total dos frutos da planta em 2020 e 2021, auxiliada por contador manual, realizada entre duas e três semanas antes da maturação dos frutos.

- **Massa do fruto (MF):** Amostras de frutos (> 30 frutos/parcela) em estágio “de vez” foram colhidas de cada parcela nas safras de 2020 e 2021, sendo pesadas no campo com balança digital, com duas casas decimais. A massa média por fruto foi calculada e expressa em gramas (g).

- **Produção por planta (P):** Estimada a partir do n° de frutos por planta (NFP) multiplicado pela massa do fruto (MF), e expressa em kg planta⁻¹, durante o ciclo de 2020 e de 2021.

- **Eficiência produtiva (EF):** Determinada pela fórmula $EF = P/AT$, expressa em kg cm² nos anos de 2020 e 2021.

- **Produtividade por hectare (PD):** Estimada pela fórmula $PD = (P \times n^{\circ} \text{ plantas por hectare}) / 1000$, e expressa em t ha⁻¹ nas safras de 2020 e 2021.

–Avaliação geral a partir da aparência da planta

No início de agosto de 2021 avaliou-se a aparência geral de cada planta por meio de uma escala de notas, atribuídas por dois avaliadores (MAYER; UENO, 2017; modificado de BECKMAN et al., 2008), sendo: 0= péssimo; 1= ruim; 2= aceitável; 3=

bom; 4= excelente. Para tanto, cada avaliador considerou, de forma conjunta, o porte, a capacidade produtiva, os danos visuais nas pernas e os sintomas de morte precoce do pessegueiro.

Delineamento Experimental e Análise Estatística

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com 22 tratamentos (21 porta-enxertos clonais e o tratamento com plantas autoenraizadas) e quatro repetições de uma planta por parcela, totalizando 88 plantas e área de 1.144 m². Os dados foram submetidos à análise de variância, pelo teste F, e as médias comparadas pelo teste de Scott-knott, utilizando o software SASM-Agri (CANTERI et al., 2001).

3.Resultados e Discussão

Nos dois anos de avaliações, o tratamento ‘Maciel’ autoenraizado apresentou elevado vigor, similar aos tratamentos ‘Capdeboscq’, ‘México Fila 1’, ‘Flordaguard’ e ‘De Guia’, com os maiores valores de diâmetro e área da secção transversal do tronco (Tabela 10). Os porta-enxertos ‘Aldrighi’, ‘Okinawa’ e ‘Rosafior’ proporcionaram similar vigor à copa, enquanto ‘Ishtara’, ‘*P. mandshurica*’ e ‘Santa Rosa’ promoveram má distribuição de ramos mistos ao longo dos ramos principais, com sinais de incompatibilidade do tipo translocada (Figura 16).

A enxertia entre espécies do subgênero *Amygdalus* (*P. persica*, *P. dulcis*, *P. davidiana*, *P. kansuensis* e *P. mira*) proporciona combinações compatíveis, entretanto, são relatados sintomas de incompatibilidade quando *P. persica* é enxertado sobre espécies dos subgêneros *Prunophora* (ameixeiras) e *Cerasus* (cerejeiras) (DUVAL, 2015). A incompatibilidade pode ser observada pela descontinuidade da conexão vascular ou pela formação de uma zona necrótica no ponto de enxertia, levando a menor translocação de carboidratos da parte aérea às raízes, reduzindo a capacidade de absorção de nitrogênio e síntese de clorofilas, resultando em clorose foliar (RASOOL et al., 2020).



Figura 16. a) Incompatibilidade do tipo translocada na combinação 'Maciel'/'GxN.9'. b) Incompatibilidade do tipo translocada na combinação 'Maciel'/'Santa Rosa'. Fotos: Guilherme Nicolao.

O elevado vigor das cultivares Maciel e BRS-Kampai autoenraizadas tem sido mencionado por outros autores na microrregião de Pelotas (SOUZA et al., 2017; MAYER et al., 2021) e no interior de São Paulo (SOBIERAJSKI et al., 2021). O maior vigor das plantas possibilita aumentar a interceptação da radiação solar em sistemas de plantio em menor densidade de plantio, normalmente se refletindo em maior produtividade (DEJONG, 2015). O uso de cultivares autoenraizadas pode substituir plantas enxertadas, desde que fatores de ordem biótica ou abiótica (como nematoides e alagamento) do solo não limitem seu cultivo.

Tabela 10. Efeito de porta-enxertos clonais e plantas autoenraizadas sobre o diâmetro do tronco (mm) e área da secção transversal do tronco (cm²) da cultivar de pessegueiro Maciel, em área com histórico de morte-precoce. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2022.

Porta-enxertos e Autoenraizado	Diâmetro do tronco (mm)		Área da secção transversal do tronco (cm ²)	
	2020	2021	2020	2021
Barrier	107,81 c	116,35 c	92,00 c	107,50 c
Cadaman	127,14 c	142,77 b	128,66 c	162,34 b
GF 677	122,64 c	123,09 c	118,27 c	121,51 c
GxN.9	105,34 c	109,76 c	87,71 c	95,44 c
Capdeboscq	150,72 a	175,00 a	178,57 a	240,84 a
Rigitano	103,08 c	109,04 c	85,29 c	95,01 c
Clone 15	113,40 c	127,10 c	102,27 c	127,11 c
Mexico Fila 1	152,08 a	167,00 a	181,98 a	222,30 a
Tsukuba-1	119,41 c	143,52 b	117,92 c	165,70 b
Tsukuba-2	115,80 c	130,35 c	106,07 c	134,37 c
Tsukuba-3	120,33 c	135,03 b	115,20 c	145,88 c
Okinawa	138,14 b	149,79 b	154,03 b	179,07 b
Flordaguard	152,95 a	170,16 a	187,78 a	231,41 a
Nemared	107,28 c	108,21 c	90,57 c	93,37 c
Ishtara	92,63 d	100,87 d	67,49 c	80,43 c
Aldrighi	136,61 b	144,74 b	149,23 b	166,82 b
Tardio 1	111,26 c	118,46 c	98,74 c	112,01 c
De Guia	168,64 a	180,67 a	226,38 a	257,96 a
Rosaflor	133,73 b	147,27 b	142,29 b	172,89 b
<i>P. manschurica</i>	80,48 d	81,09 d	51,72 c	51,99 c
Santa Rosa	84,49 d	89,95 d	56,73 c	64,89 c
Maciel autoenraizado	162,98 a	168,78 a	214,60 a	230,35 a
F porta-enxerto	8,1623**	8,8969**	6,8483**	7,8039**
F bloco	2,8947*	1,9157 ^{ns}	2,4605 ^{ns}	2,0602 ^{ns}
CV (%)	13,72	13,92	29,70	28,60

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-knott. * significativo a 95% de confiança; **significativo a 99% de confiança; ^{ns}não significativo.

Em 2020 a cv. Maciel sobre ‘Tsukuba-1’ apresentou a maior eficiência produtiva, superior aos demais tratamentos (Figura 17). Contudo, no ano de 2021, devido à redução no número de frutos sobre ‘Tsukuba-1’, a maioria dos porta-enxertos atingiram eficiência produtiva similar, com exceção de ‘GxN.9’, ‘Capdeboscq’, ‘*P. mandshurica*’ e ‘Santa Rosa’ (Figura 17).

A maior eficiência produtiva da cv. Maciel sobre ‘Tsukuba-1’ em relação a ‘Capdeboscq’ está relacionada a redução no número de frutos sobre ‘Tsukuba-1’ em 2021. Os tratamentos ‘GxN.9’ e ‘Santa Rosa’, incompatíveis com a copa, e ‘*P.*

mandshurica', com baixa adaptação edafoclimática, igualaram-se em eficiência produtiva com 'Tsukuba-1'. Entretanto, esses tratamentos apresentaram reduzido vigor, além do baixo número de frutos produzidos. Desta forma, a eficiência produtiva é uma variável que auxilia a identificar se combinações copa/porta-enxerto de maior vigor correspondem à maior produção por planta

A eficiência produtiva expressa a capacidade produtiva em relação ao vigor das plantas, sendo influenciada pela interação entre cultivar copa e porta-enxerto em determinado ambiente (DEJONG, 2015; EFSTATHIOS et al., 2021). Porta-enxertos de reduzido vigor, como 'Clone 15' e 'Rigitano' apresentam potencial para manter a eficiência produtiva mesmo em maiores densidades, aumentando a produtividade por hectare, tornando os pomares mais sustentáveis economicamente (IGLESIAS; ECHEVERRIA, 2022).

No presente trabalho, as plantas foram conduzidas em formato de "vaso", o que exige maior espaçamento entre plantas. Desta forma, plantas mais vigorosas, como 'Maciel' autoenraizado, assim como 'De Guia', 'Flordaguard', 'México Fila 1' e 'Capdeboscq' igualaram-se a 'Clone 15' em eficiência produtiva (Figura 17). No sistema de cultivo na microrregião de Pelotas predominam plantios em baixa densidade (400 a 700 plantas ha⁻¹), desta forma, cultivares de porta-enxertos que induzam maior volume da copa proporcionarão maiores produtividades.

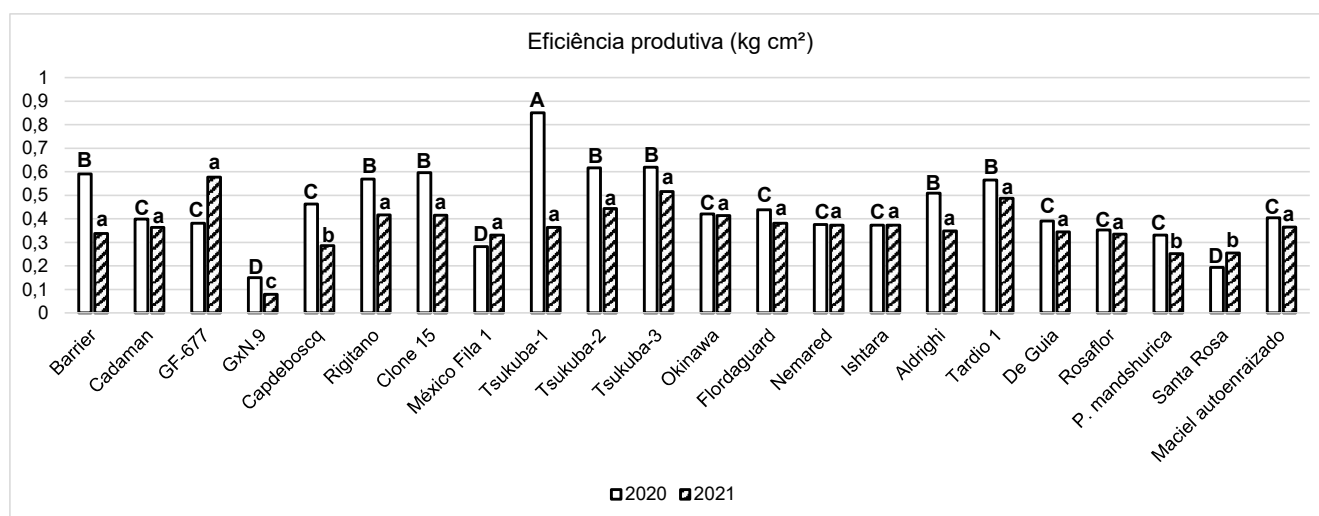


Figura 17. Efeito de porta-enxertos clonais e plantas autoenraizadas sobre a eficiência produtiva (kg cm²) da cultivar de pessegueiro Maciel, em área com histórico de morte-precoce. Letras maiúsculas distintas no ano de 2020 e minúsculas distintas no ano de 2021 diferem entre si pelo teste de Scott-knott a 99% de confiança.

A análise estatística da variável número de frutos por planta (Tabela 11) dividiu os tratamentos em quatro grupos distintos. No primeiro, 'Capdeboscq', 'Tsukuba-1', 'Tsukuba-3', 'Flordaguard', 'De Guia' e 'Maciel' autoenraizado produziram entre ~878 e ~1053 frutos no acumulado dos dois anos. O segundo grupo é composto por 'Cadaman', 'GF 677', 'Clone 15', 'México Fila 1', 'Tsukuba-2', 'Okinawa' 'Aldrighi', 'Tardio 1' e 'Rosafior', com número de frutos similar entre si e superior a 'Rigitano' e 'Nemared', que superaram apenas 'GxN.9', 'Ishtara', '*P. mandshurica*' e 'Santa Rosa' com número de frutos entre ~149 e 328 no acumulado dos dois anos (Tabela 11).

O grupo com maior número de frutos é composto pelos porta-enxertos de maior vigor, com adequada emissão de ramos mistos (Tabela 11). A projeção da copa é influenciada pelo vigor da combinação copa/porta-enxerto, influenciando a emissão de ramos mistos e a capacidade de frutificação (DEJONG, 2015). Foi observado que a enxertia interespecífica reduziu significativamente o número de frutos sobre 'Barrier', 'Cadaman', 'GF 677', 'GxN.9', 'Nemared', 'Ishtara', '*P. mandshurica*' e 'Santa Rosa' (Tabela 11).

A combinação de genótipos através da enxertia pode resultar em alterações hormonais que influenciem o desenvolvimento das gemas floríferas (BARTOLINI et al., 2016) e possivelmente a produtividade. Além disso, quando utilizadas combinações interespecíficas, a compatibilidade de enxertia deve ser avaliada a nível de cultivar, tendo em vista a influência da combinação copa/porta-enxerto sobre a longevidade de plantas enxertadas do gênero *Prunus* (MAYER et al., 2021; OLDONI et al., 2019, SOBIERAJSKI et al., 2021).

Características como biomassa de raízes (g/m³), capacidade de absorção, translocação e assimilação de nutrientes minerais são influenciadas pelo porta-enxerto, possivelmente influenciando a capacidade produtiva da cultivar copa (BLACK et al., 2010; MENEGATTI et al., 2022a; 2022b). A capacidade de manutenção da taxa fotossintética é influenciada pela disponibilidade hídrica presente no solo, desta forma, cultivares de porta-enxerto com maior eficiência no uso da água possibilitam maior assimilação de CO₂ (OPAZO et al., 2020), síntese e armazenamento de carboidratos, utilizados para o carregamento apoplástico de açúcares na fase de crescimento rápido do fruto, aumentando a força dreno deste órgão, assim como a frutificação efetiva e o número de frutos por planta (ZANON et al., 2014).

Tabela 11. Efeito de porta-enxertos clonais e plantas autoenraizadas sobre o número de frutos da cultivar de pessegueiro Maciel em área com histórico de morte-precoce. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2022.

Porta-enxertos e Autoenraizado	Número de frutos por planta		
	2020	2021	Acumulado (20+21)
Barrier	300,00 b	247,00 c	547,00 c
Cadaman	312,50 b	344,75 b	657,25 b
GF 677	292,75 b	456,75 a	749,50 b
GxN.9	98,50 c	51,25 d	149,75 d
Capdeboscq	465,61 a	387,98 b	878,25 a
Rigitano	265,75 b	211,75 c	477,50 c
Clone 15	327,92 b	277,72 c	611,25 b
México Fila 1	337,50 b	441,75 a	779,25 b
Tsukuba-1	571,50 a	326,25 b	897,75 a
Tsukuba-2	413,00 a	376,00 b	789,00 b
Tsukuba-3	448,50 a	469,75 a	918,25 a
Okinawa	335,50 b	437,50 a	773,00 b
Flordaguard	465,75 a	473,00 a	938,75 a
Nemared	241,25 b	207,50 c	448,75 c
Ishtara	156,75 c	171,50 c	328,25 d
Aldrighi	459,25 a	337,75 b	797,00 b
Tardio 1	341,25 b	336,75 b	678,00 b
De Guia	495,75 a	500,50 a	996,25 a
Rosaflor	283,75 b	334,25 b	618,00 b
<i>P. manschurica</i>	147,25 c	95,00 d	242,25 d
Santa Rosa	76,00 c	93,25 d	169,25 d
Maciel autoenraizado	559,00 a	494,00 a	1053,00 a
F porta-enxerto	6,0055**	9,8864**	2,1587**
F bloco	16,1511**	3,8212*	4,1076**
CV (%)	33,76	27,01	24,60

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-knott. * significativo a 95% de confiança; **significativo a 99% de confiança; ^{ns}não significativo

A análise estatística da massa de frutos dividiu os tratamentos em dois grupos distintos (Tabela 12). Apesar do reduzido vigor, os porta-enxertos ‘Clone 15’ e ‘Rigitano’ (*P. mume*) se destacaram por proporcionar massa média de frutos superior a ‘Maciel Autoenraizado’ (Tabela 12). A maior massa média de frutos sobre ‘Clone 15’ e ‘Rigitano’ é influenciada pela menor competição entre os frutos e a parte vegetativa, devido a menor emissão de ramos ladrões, resultando em maior disponibilidade de carboidratos para o crescimento dos frutos (DEJONG, 2015).

A cv. Maciel sobre ‘Clone 15’ e ‘Rigitano’ em maiores densidades de plantio, mantendo similar produção por planta, elevaria a produtividade significativamente. A

obtenção de maior proporção de frutos com maior diâmetro possibilitaria melhor retorno econômico com a produção, viabilizado por plantas com estabilidade produtiva e longevidade de ao menos 9-10 anos no pomar.

Todos os tratamentos (porta-enxertos e 'Maciel' autoenraizado) do grupo com massa média de frutos superior produziram frutos com massa superior a 150 g em ambos os anos avaliados, representando um aumento de 25% da massa de fruto em relação à média descrita para a cultivar, de 120g (RASEIRA et al., 2014). Apesar de 'Ishtara', 'Rosafior' e 'Santa Rosa' ter produzido massa de frutos equivalente aos porta-enxertos de *P. mume* em ao menos um dos anos avaliados, isso se deve ao baixo número de frutos observada sobre esses porta-enxertos.

Tabela 12. Massa de frutos obtidos em 2020 e 2021 (g) bem como massa média (g) correspondente a cada um dos tratamentos (porta-enxertos clonais e autoenraizados. Cultivar Maciel, em área com histórico de morte-precoce. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2022.

Porta-enxertos e Autoenraizado	Massa de frutos (g)		Massa média de frutos (g) (duas safras)
	2020	2021	
Barrier	181,51 a	148,88 b	165,23 a
Cadaman	155,86 a	166,15 a	161,00 b
GF 677	156,06 a	143,20 b	149,60 b
GxN.9	125,74 b	161,95 b	143,85 b
Capdeboscq	177,25 a	175,22 a	176,13 a
Rigitano	179,11 a	188,83 a	183,85 a
Clone 15	177,59 a	184,08 a	181,25 a
México Fila 1	153,51 a	157,20 b	155,35 b
Tsukuba-1	160,25 a	162,80 b	161,50 b
Tsukuba-2	161,73 a	161,44 b	161,58 b
Tsukuba-3	157,76 a	153,13 b	155,45 b
Okinawa	175,73 a	167,21 a	171,45 a
Flordaguard	176,52 a	178,77 a	177,65 a
Nemared	144,75 b	157,50 b	151,13 b
Ishtara	164,24 a	175,57 a	169,93 a
Aldrighi	159,84 a	171,32 a	165,58 a
Tardio 1	164,55 a	168,29 a	166,43 a
De Guia	168,39 a	174,09 a	171,25 a
Rosafior	168,39 a	164,41 b	173,28 a
P. mandshurica	116,28 b	147,77 b	132,03 b
Santa Rosa	136,85 b	169,72 a	153,28 b
Maciel autoenraizado	151,54 a	158,35 b	154,98 b
F porta-enxerto	2,8618**	2,0294**	2,1587**
F bloco	0,8192 ^{ns}	1,4261 ^{ns}	4,1076 ^{ns}
CV (%)	12,88	9,68	8,31

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-knott. * significativo a 95% de confiança; **significativo a 99% de confiança; ^{ns}não significativo.

A análise estatística da produção acumulada por planta dividiu os tratamentos em três grupos distintos (Tabela 13). Nas plantas enxertadas sobre 'De Guia' e 'Flordaguard', a produção por planta ficou acima de 80 kg planta⁻¹, nos dois anos de avaliações. No entanto, esses dois tratamentos não diferiram significativamente de 'Capdeboscq', 'Clone 15', 'Tsukuba-1', 'Tsukuba-3' e 'Maciel' autoenraizado na produção acumulada dos anos de 2020 e 2021 (Tabela 13). O segundo grupo em ordem decrescente de produção acumulada é composto por 'Barrier', 'Cadaman', 'GF 677', 'Rigitano', 'México Fila 1', 'Tsukuba-2', 'Okinawa', 'Aldrighi', 'Tardio 1', 'Rosafior'. Por último, o grupo com menor produção acumulada é formado por 'GxN.9', 'Nemared', 'Ishtara', '*P. mandshurica*' e 'Santa Rosa'.

No presente trabalho, assim como observado por outros autores (COMIOTTO et al., 2013; MAYER et al., 2021; OLDONI et al., 2019; SOBIERAJSKI et al., 2021) o uso de porta-enxertos para pessegueiro com ascendência única de *P. persica* exclui as possibilidades de incompatibilidade de enxertia, proporcionando longevidade de ao menos 7 anos aos pomares, idade quando atingem a estabilidade produtiva. Salienta-se que experimentos com outras espécies e híbridos interespecíficos como porta-enxerto é necessário, objetivando maior amplitude das respostas, embora existam riscos de incompatibilidade de enxertia.

Dentre os clones de umezeiro (*P. mume*) avaliados, 'Clone 15' demonstrou superioridade agrônômica em relação a 'Rigitano'. Resposta similar foi observada na cv. BRS-Kampai em Pelotas-RS (MAYER et al., 2021). Os tratamentos 'Barrier', 'Cadaman', 'GF 677', 'Tardio 1' e 'Rosafior' não se igualaram significativamente a 'Capdeboscq' em nenhum dos anos, não oferecendo avanço fitotécnico para o cultivo do pessegueiro na microrregião.

No entanto, devido à alta produção acumulada, além do reduzido vigor promovido à copa, 'Clone 15' apresenta potencial para plantios em alta densidade, com expectativa de produtividade de ~53 ton. ha⁻¹ em densidade de plantio de 1000 plantas ha⁻¹. O plantio em maior densidade já demonstrou potencial na microrregião de Pelotas-RS, tornando as áreas mais produtivas, viabilizando o retorno de investimento com mudas nos primeiros anos após o plantio (MAYER et al., 2016).

Tabela 13. Produção por planta e total (Kg) obtidos em 2020 e 2021 correspondente a cada um dos tratamentos (porta-enxertos clonais e plantas autoenraizados.. Cultivar de pessegueiro Maciel, em área com histórico de morte-precoce. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2022.

Porta-enxertos e Autoenraizado	Produção por planta (kg planta ⁻¹)		
	2020	2021	Produção acumulada (20+21)
Barrier	55,32 b	37,50 c	92,83 b
Cadaman	48,70 b	57,57 b	106,28 b
GF 677	44,98 b	65,92 b	110,88 b
GxN.9	12,74 c	8,19 d	20,90 c
Capdeboscq	83,07 a	67,48 a	165,68 a
Rigitano	48,77 b	39,55 c	88,30 b
Clone 15	56,25 b	51,23 b	108,68 a
México Fila 1	50,23 b	69,98 a	120,20 b
Tsukuba-1	91,51 a	53,40 b	144,90 a
Tsukuba-2	67,16 a	61,85 b	129,00 b
Tsukuba-3	72,05 a	72,56 a	144,60 a
Okinawa	58,90 b	71,92 a	130,85 b
Flordaguard	81,21 a	84,45 a	165,65 a
Nemared	34,07 c	32,51 c	66,60 c
Ishtara	25,58 c	30,13 c	55,70 c
Aldrighi	74,18 a	57,76 b	131,95 b
Tardio 1	56,16 b	56,33 b	112,48 b
De Guia	83,21 a	87,27 a	170,48 a
Rosaflor	48,88 b	54,58 b	103,45 b
<i>P. manschurica</i>	17,32 c	13,94 d	31,25 c
Santa Rosa	10,66 c	14,83 d	24,48 c
Maciel autoenraizado	85,70 a	78,30 a	164,00 a
F porta-enxerto	6,8025**	8,1476**	2,1587**
F bloco	19,1903**	2,5704 ^{ns}	4,1076**
CV (%)	33,25	29,74	26,09

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-knott. * significativo a 95% de confiança; **significativo a 99% de confiança; ^{ns}não significativo.

A análise estatística da produtividade acumulada nos dois anos de avaliação separou os tratamentos em três grupos distintos (Tabela 14). No grupo com maior produtividade estão ‘Capdeboscq’, ‘Tsukuba-1’, ‘Tsukuba-3’, ‘Flordaguard’, ‘De Guia’ e ‘Maciel’ autoenraizado (Tabela 14). O grupo com menores produtividades é composto por ‘GxN.9’, ‘Nemared’, ‘Ishtara’, ‘P. mandshurica’ e ‘Santa Rosa’, que não diferiram entre si.

Com base nos dados obtidos, sugere-se a substituição de caroços da indústria (seedlings) por algum dos porta-enxertos que compõem o grupo de maior produtividade. O cultivar de porta-enxerto Flordaguard promove maior vigor, evitando

a mortalidade de plantas e preservando o stand inicial de plantio, além de promover maior vigor, além de possibilitar maior número de frutos por plantas. A adoção deste porta-enxerto em áreas com pH corrigido, níveis de macro e micro nutrientes na faixa alto, além da ausência de impedimentos físicos ao crescimento radicular elevaria entre ~540-740% a produtividade dos municípios de Pelotas (7,6 ton. ha⁻¹), Canguçu (10 ton. ha⁻¹), Morro Redondo (8,5 ton. ha⁻¹) e Piratini (8 ton. ha⁻¹), os quais compõem a principal região produtora de pêssegos tipo indústria do país (IBGE, 2022).

O uso de seedlings de *Prunus*, obtidos a partir de material descartado pela indústria de conservas, não é indicado para a produção de porta-enxertos de pessegueiro, pois promove alta variabilidade em caracteres de importância agrônômica, nas plantas e frutos (MAYER et al., 2015). Contudo, quando são utilizados porta-enxertos de identidade conhecida, a resposta vegetativa da cultivar copa permite estabelecer espaçamentos que promovam maior eficiência produtiva, assim como obter frutos de maior qualidade.

O uso da cv. Maciel autoenraizada demonstrou excelente capacidade produtiva, além do vigor adequado para a formação de pomares com baixa densidade, com plantas conduzidas em formato de “vaso”. A produtividade da cv. Maciel autoenraizada, em solo com pH na faixa recomendada para o pessegueiro, sem deficiência de nutrientes e impedimentos físicos representaria um aumento de 7,4 vezes na produtividade média observada no município de Pelotas-RS (7,6 ton. ha⁻¹) no ano de 2020 (IBGE, 2022).

No grupo com menor produtividade se destaca negativamente a cultivar Santa Rosa, quando utilizada como porta-enxerto, apresentando média de apenas ~19 frutos por planta nos dois anos avaliados. Para outra situação edafoclimática e cultivar-copa, foram observadas baixa absorção de nutrientes por este genótipo, resultando em deficiência foliar de nutrientes para a nectarineira cv. Sunraycer e pessegueiros das cultivares BRS Rubimel e BRS-Kampai (JIMENES et al., 2018; SOBIERAJSKI et al., 2021), devido a incompatibilidade de enxertia, frequente quando pessegueiro é enxertado sobre ameixeira (REIG et al., 2018).

Tabela 14. Produtividade (ton) obtidos durante os ciclos 2020 e 2021, correspondente aos tratamentos de porta-enxertos clonais e plantas autoenraizadas. Ccultivar de pessegueiro Maciel, em área com histórico de morte-precoce. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2022.

Porta-enxertos e Autoenraizado	Produtividade (ton. ha ⁻¹)		Produtividade acumulada (ton. ha ⁻¹)
	2020	2021	
Barrier	42,59 b	28,87 c	71,45 b
Cadaman	37,50 b	44,33 b	81,83 b
GF 677	34,64 b	50,76 b	85,38 b
GxN.9	9,81 c	6,30 d	16,10 c
Capdeboscq	63,97 a	51,96 a	119,10 a
Rigitano	37,56 b	30,45 c	68,03 b
Clone 15	43,31 b	39,44 b	82,75 b
México Fila 1	38,67 b	53,88 a	92,58 b
Tsukuba-1	70,46 a	41,12 b	111,63 a
Tsukuba-2	51,71 a	47,63 b	99,33 b
Tsukuba-3	55,48 a	55,87 a	111,35 a
Okinawa	45,36 b	55,38 a	100,73 b
Flordaguard	62,53 a	65,02 a	127,55 a
Nemared	26,24 c	25,03 c	51,28 c
Ishtara	19,70 c	23,20 c	42,90 c
Aldrighi	57,12 a	44,48 b	101,60 b
Tardio 1	43,24 b	43,37 b	88,63 b
De Guia	64,07 a	67,20 a	131, 28 a
Rosaflor	37,64 b	42,03 b	79,68 b
P. mandshurica	13,34 c	10,74 d	24,10 c
Santa Rosa	8,20 c	11,42 d	19,63 c
Maciel autoenraizado	65,99 a	60,29 a	126,28 a
F porta-enxerto	6,8021**	8,1479**	10,1288**
F bloco	19,1901**	2,5707 ^{ns}	7,6905**
CV (%)	33,25	29,74	26,09

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-knot. * significativo a 95% de confiança; **significativo a 99% de confiança; ^{ns}não significativo.

A análise estatística separou os tratamentos em quatro grupos quanto a aparência geral das plantas (Tabela 15). O grupo com melhor aparência foi composto por ‘Cadaman’, ‘GF 677’, ‘Capdeboscq’, ‘México Fila 1’, ‘Tsukuba-1’, ‘Tsukuba-2’, ‘Tsukuba-3’, ‘Okinawa’, ‘Flordaguard’, ‘Aldrighi’, ‘Tardio 1’, ‘De Guia’, ‘Rosaflor’ e ‘Maciel’ autoenraizado (Tabela 15).

De forma contrária ao observado nos Estados Unidos, onde a cv. Redhaven demonstrou-se suscetível em áreas com histórico de PTSL (REIGHARD et al., 1990), exigindo a adoção dos porta-enxertos ‘MP-29’, ‘Sharpe’ e ‘Guardian’ para aumentar a longevidade das plantas (BECKMAN et al., 2015), a cv. Maciel autoenraizada apresentou plantas com excelente aparência, em pomar com histórico de morte-precoce (Tabela 15).

O segundo grupo é composto por 'Clone 15' e 'Nemared', superiores a 'Rigitano', que por sua vez, apresentou aparência geral superior a 'GxN.9' e 'Ishtara', iguais entre si (Tabela 15). Apesar da aparência similar entre plantas, 'Clone 15' proporciona produtividades superiores a 'Nemared', igualando-se a porta-enxertos mais vigorosos, como 'Aldrighi' e 'Okinawa'.

Além da redução dos sintomas de morte-precoce, o porta-enxerto necessita promover altas produtividades. Como observado nos Estados Unidos, apesar de tolerante, o porta-enxerto 'Sharpe' proporciona menores produtividades à cv. Redhaven do que 'MP-29' e 'Guardian', também tolerantes a PTSL (BECKMAN et al., 2012). Desta forma, características relacionadas ao vigor e a produtividade são essenciais na escolha de porta-enxertos indicados para áreas com histórico da síndrome da morte-precoce (WILKINS et al., 2002).

A mortalidade de plantas foi observada apenas nos tratamentos 'GxN.9' e 'Santa Rosa', com 25% de plantas mortas, causadas pela incompatibilidade de enxertia com a cultivar de pessegueiro Maciel. A incompatibilidade desses genótipos já foi observada por outros autores (MAYER et al., 2021; SOBIERAJSKI et al., 2021).

A incompatibilidade pode ocorrer quando cultivares híbridos possuem em sua ascendência espécies de outros subgêneros além de *Amygdalus*, o qual compreende *P. persica*. Entretanto, a enxertia de pessegueiro sobre 'GF 677' (*P. persica* x *P. amygdalus*), 'Adafuel' (*P. dulcis* x *P. persica*), 'Barrier' (*P. persica* x *P. davidiana*) dentre outros ('Adarcias', 'H x M 4', 'Hansen 2168', 'Hansen 536' e 'Cadaman Avimag') demonstra a compatibilidade entre espécies do subgênero *Amygdalus*. Contudo, a enxertia de pessegueiro sobre genótipos que possuam genoma total ou parcial de espécies que pertencem ao subgênero *Prunophora* (ameixeiras) provocam em sua maioria combinações incompatíveis (ZARROUK et al., 2010).

No presente trabalho, não ocorreu nenhuma morte de planta causada pela síndrome da morte-precoce. Alguns trabalhos realizados nos Estados Unidos avaliaram a sobrevivência de cultivares de pessegueiro entre quatro e dez anos após a instalação do experimento, observando porcentagens que variam de 2% a 18% de mortalidade sobre porta-enxertos tolerantes, como 'MP-29®', 'Sharpe' e 'Guardian®' (BECKMAN et al., 2008, 2012, 2019). Comparativamente ao presente estudo, todos os genótipos apresentam potencial tolerância ao cultivo em áreas com histórico da síndrome da morte-precoce.

Embora não tenha sido constatado morte de plantas causada pela síndrome da morte-precoce, a diferença significativa na aparência geral das plantas pode revelar diferentes níveis de tolerância dos acessos avaliados (Tabela 15). A intensidade de fatores como nematoide anelado (*M. xenoplax*), baixo pH e encharcamento do solo (MARAFON et al., 2009; CAMPOS et al., 2014; MAYER et al., 2015) pode variar entre pomares acometidos pela síndrome. Desta forma, a avaliação de diferentes acessos deve ser feita em diferentes locais, contemplando possíveis diferenças nas condições que predispõem às plantas à morte-precoce, possibilitando assim identificar maior diferença entre genótipos, indicando aqueles de maior performance.

Vale ressaltar que no pomar onde foi instalado o experimento o pH do solo estava adequado para o pessegueiro, enquanto os níveis de macronutrientes estavam acima da faixa alta. Além disso, não havia impedimentos físicos, como solo raso e pedras que restringissem o crescimento do sistema radicular das plantas. As práticas culturais como raleio de frutos e poda de frutificação foram feitas visando proporcionar uma carga adequada para a produção de frutos, sendo que se observou massa de frutos superior a descrição da cultivar (aproximadamente 120g), segundo descrito por Raseira, 2014.

Tabela 15. Performance de pessegueiro ‘Maciel’ autoenraizado ou enxertados sobre porta-enxertos clonais em área com histórico de morte-precoce: aparência geral das plantas (escala: 0= péssimo; 1= ruim; 2= aceitável; 3= bom; 4= excelente), mortalidade de plantas (%) e causa de morte.

Porta-enxertos e Autoenraizado	Aparência geral das plantas	Mortalidade de plantas (%)	Causa de morte
Barrier	2,5 b	0,0	--
Cadaman	3,4 a	0,0	--
GF 677	3,4 a	0,0	--
GxN.9	0,9 d	25,0	Incompatibilidade de enxertia
Capdeboscq	4,0 a	0,0	--
Rigitano	2,1 c	0,0	--
Clone 15	2,8 b	0,0	--
México Fila 1	3,8 a	0,0	--
Tsukuba-1	3,4 a	0,0	--
Tsukuba-2	3,6 a	0,0	--
Tsukuba-3	3,8 a	0,0	--
Okinawa	3,8 a	0,0	--
Flordaguard	4,0 a	0,0	--
Nemared	2,5 b	0,0	--
Ishtara	1,4 d	0,0	--
Aldrighi	3,8 a	0,0	--
Tardio 1	3,6 a	0,0	--
De Guia	3,9 a	0,0	--
Rosaflor	3,4 a	0,0	--
P. mandshurica	1,1 d	0,0	--
Santa Rosa	0,5 d	25,0	Incompatibilidade de enxertia
Maciel autoenraizado	3,8 a	0,0	--
F _{porta-enxerto}	20,1581**	--	--
F _{bloco}	0,6662 ^{ns}	--	--
CV (%)	16,36	--	--

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-knott. ** significativo a 99% de confiança; ^{ns} não significativo.

4. Conclusões

Nas condições edafoclimáticas em que o trabalho foi conduzido, é possível concluir que:

Não foi observada nenhuma morte de planta devido à síndrome da morte-precoce, até os sete anos do pomar;

As cultivares de porta-enxerto híbridos interespecíficos apresentaram inferior performance produtiva em comparação aos porta-enxertos com total constituição genética pertencente a *P. persica* e aos tradicionais ‘Capdeboscq’ e ‘Aldrighi’ em área com histórico de morte-precoce.

‘Maciel’ autoenraizado, ‘México Fila 1’, ‘Tsukuba-3’, ‘Okinawa’, ‘Flordaguard’ e ‘De Guia’ apresentam potencial para elevar a eficiência produtiva em relação a pomares que utilizam ‘Capdeboscq’ como porta-enxerto na microrregião de Pelotas-RS;

‘Maciel autoenraizado’ apresenta performance produtiva superior a ‘Aldrighi’ e similar a ‘Capdeboscq’ em área com histórico de morte-precoce.

O pessegueiro cv. Maciel apresenta incompatibilidade de enxertia com ‘Santa Rosa’ e ‘GxN.9’, não sendo recomendados para a função porta-enxerto.

5.Considerações Finais

A produção de mudas de frutíferas de caroço, como o pessegueiro, em sistema alternativo, através da propagação vegetativa de cultivares selecionadas para a função de porta-enxerto é um dos fatores que contribuirão para a melhoria do sistema produtivo na região Sul do país. A obtenção de mudas com melhor padrão morfológico é um dos aspectos que tornam as plantas mais aptas a tolerar estresses de ordem abiótica em condições de campo, reduzindo a mortalidade nos anos iniciais após a implantação das mudas no pomar.

A adoção de cultivares copa de pessegueiro de forma autoenraizada também contribui para a uniformidade entre plantas no pomar, além de possibilitar prever a resposta vegetativa das plantas, definindo assim o melhor espaçamento de plantio, adequado com o vigor da cultivar. Outra vantagem do uso de cultivares autoenraizadas é o menor tempo exigido para a obtenção de mudas aptas para a comercialização, pois esse tipo de muda dispensa a enxertia, eliminando uma série de práticas exigidas durante a formação de mudas enxertadas.

Tendo em vista que cultivares utilizadas para a função de porta-enxerto, como ‘Capdeboscq’ e ‘Aldrighi’ não apresentam vantagens de ordem biótica (nematoides) e abióticas (seca e asfixia radicular), já a adoção de cultivares autoenraizadas torna-se uma alternativa para a formação de pomares em locais sem limitações físicas do solo ou presença de nematoides. Além disso, a identificação de cultivares copa que possuam maior tolerância aos estresses citados possibilitaria a indicação para o cultivo em áreas com maior restrição ao cultivo do pessegueiro.

O presente trabalho demonstrou a capacidade da cultivar BRS-Kampai autoenraizada em manter o status hídrico da copa de forma similar a ‘Capdeboscq’, demonstrando que o uso de genótipos não selecionados para a função de porta-enxerto não apresenta vantagens na capacidade de manter o status hídrico da copa.

Além disso, o porta-enxerto 'Clone 15' se distinguiu pela capacidade de manutenção do status hídrico em solo franco-arenoso sem irrigação, além de promover produtividades satisfatórias em área com histórico de morte precoce. Para trabalhos futuros são sugeridos a avaliação de genótipos como 'Clone 15' e 'Rigitano' em menores densidades, além de avaliar a longevidade de cultivares copa sobre esses genótipos.

A cultivar Maciel autoenraizada apresenta excelente aspecto visual de plantas em área com histórico de morte precoce, produzindo altas produtividades, sendo uma alternativa para áreas com histórico da síndrome. Para outras cultivares copa autoenraizadas, onde sua performance em área com histórico da síndrome não é conhecida, a adoção da cultivar Flordaguard é a melhor estratégia, pois promovem plantas com elevado vigor, o que permite o plantio em baixa densidade, além de tornar o stand de plantas homogêneo.

A recomendação de uso do porta-enxerto Flordaguard para áreas com histórico de morte-precoce será em breve publicada.

Outras características como eficiência no uso da água e capacidade para manter as reservas de carboidratos ao longo dos anos são características que devem ser identificadas em porta-enxertos para pessegueiro, proporcionando a combinação de copa/porta-enxerto mais adaptada as condições edafoclimáticas da microrregião de Pelotas-RS.

Referências

- ABRISQUETA, I.; CONEJERO, W.; VALDÉS-VELA, M.; VERA, J.; ORTUÑO, A. F.; RUIZ-SÁNCHEZ, M. C. Stem water potential estimation of drip-irrigated early-maturing peach trees under mediterranean conditions. **Computers and Eletronics in Agriculture**. V. 114, p. 7-13, 2015. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168169915000617>>. Acesso em: 25 nov. 2020.
- AGRIANUAL. **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2002. 149 p.
- ALLAIRE, S. E.; CARON, J.; DUCHESNE, I.; PARENT, L. E.; RIOUX, J. A. Air-filled porosity, gas relative diffusivity, and tortuosity: Indices of *Prunus x cistena* sp. growth in peat substrates. **Journal of American Society for Horticultural Science**, v. 121, n. 2, p. 236-242, 1996. Disponível em: <<https://journals.ashs.org/jashs/view/journals/jashs/121/2/article-p236.xml>>. Acesso em: 18 out. 2020.
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop Evapotranspiration**. FAO: 2006. 281 p. (Irrigation and drainage paper, 56).
- AMERICAN NATIONAL STANDARDS. **American standard for nursery stock**. 2. ed., Columbus, American Hort, 2014. 97 p. Disponível em: <<https://www.americanhort.org/education/american-nursery-stock-standards/>>. Acesso em: 05 Abr. 2022.
- BARBOSA, W. **Desenvolvimento vegetativo e reprodutivo do pessegueiro em pomar compacto sob poda drástica anual**. 1989. 154 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agronomia “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1989. Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-20191218-165942/pt-br.php>>. Acesso em: 28/09/2020.
- BARRETO, C. F.; KIRINS, M. B. M.; SILVA, P. S. da; SCHIAVON, C. R.; ROMBALDI, C. V.; MALGARIM, M. B.; FACHINELLO, J. C. Agronomic performance of the Maciel peach with different rootstocks. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 38, n. 3, p. 1217-1228, 2017. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/4457/445751259011.pdf>>. Acesso em: 10/10/2021.
- BARTOLINI, S.; LO PICCOLO, E.; REMORINI, D. Different summer and autumn water deficit affect the floral differentiation and flower bud growth in apricot (*Prunus*

armeniaca L.) **Agronomy**, v. 10, p. 1-13, 2020. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2073-4395/10/6/914/html>>. Acesso em: 18 mar. 2022.

BASILE, B.; MARSAL, J.; DEJONG, T. Daily shoot extension growth of peach trees growing on rootstocks that reduce scion growth is related to daily dynamics of stem water potential. **Tree Physiology**, v. 23, p. 695-704, 2003. Disponível em: <<https://academic.oup.com/treephys/article/23/10/695/1660376>>. Acesso em: 18 set. 2020.

BATES, L. S.; WALDREN, R. P.; TEARE, I. D. Rapid determination of free proline for water-stress studies. **Plant and Soil**, v. 39, p. 205-207, 1973. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/BF00018060>>. Acesso em: 20 abr. 2021.

BATTISTINI, A.; PAOLI, G. de. Large scale micropropagation of several peach rootstocks. **HortScience**, v. 592, p. 29-33, 2002. Disponível em: <https://www.ishs.org/ishsarticle/592_2#:~:text=The%20peach%20rootstocks%20micropropagated%20in%20large%20scale%20are,and%20rooting%2C%20and%20to%20improve%20the%20acclimatization%20technique.>. Acesso em: 21 mar. 2021.

BECKMAN, T. G.; REIGHARD, G. L.; NYCZEPIR, A. P.; OKIE, W. R. Orchard performance of seedling and clonal rootstocks for peach on a severe peach tree short-life site. **HortScience**, v. 31, n. 4, p. 666, 1996. Disponível em: <<https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/31/4/article-p666c.xml>>. Acesso em: 20 fev. 2021.

BECKMAN, T. G.; CHAPARRO, J. X.; SHERMAN, W. B. 'Sharpe', a clonal plum rootstock for peach. **HortScience**, v. 43, n. 7, p. 2236-2237, 2008. Disponível em: <<https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/43/7/article-p2236.xml#:~:text=%E2%80%98Sharpe%E2%80%99%20is%20a%20putative%20plum%20hybrid%20rootstock%20of,industry%20as%20both%20a%20cultivar%20and%20rootstock%20breeder.>>. Acesso em: 28 out. 2020.

BECKMAN, T. G.; CHAPARRO, J. X.; SHERMAN, W. B. 'MP-29', a clonal interspecific hybrid rootstock for peach. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 47, n. 1, p. 128-131, 2012. Disponível em: <<https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/47/1/article-p128.xml>>. Acesso em: 28 out. 2020.

BECKMAN, T. G.; ROLLINS, P. A.; PITTS, J.; CHAVEZ, D. J. Disease resistance of 'MP-29', a clonal rootstock interspecific hybrid rootstock for peach, in post-release trials. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 54, n. 4, p. 638-

641, 2019. Disponível em: <https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/54/4/article-p638.xml>. Acesso em: 28 out. 2020.

BERMAN, M. E.; DEJONG, T. M. Water stress and crop load effects on fruit fresh and dry weights in peach (*Prunus persica*). **Tree Physiology**, v. 16, p. 859-864, 1996. Disponível em: <https://academic.oup.com/treephys/article/16/10/859/1668139>. Acesso em: 10 nov. 2020.

BERMAN, M. E.; DEJONG, T. M. Diurnal patterns of stem extension growth in peach (*Prunus persica*). **Physiologia Plantarum**, v. 100, n. 2, p. 361-370, 1997. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1399-3054.1997.tb04794.x#:~:text=Field%20measurements%20of%20stem%20extension%20growth%20rate%20in,and%20were%20sustained%20for%202%20to%204%20h.>>. Acesso em: 08 out. 2020.

BHUSAL, N.; LEE, M.; HAN, A. R.; HAN, A.; KIM, H. S. Responses to drought stress in *Prunus sargentii* and *Latrix kaempferi* seedlings using morphological and physiological parameters. **Forest Ecology and Management**, v. 465, p. 1-12, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378112719319462>. Acesso em: 10 fev. 2021.

BLACK, B. L.; DROST, D.; LINDSTROM, T.; REEVE, J.; GUNNELL, J. D.; REIGHARD, G. L. A comparasion of root distribution patterns among *Prunus* rootstocks. **Journal of the American Pomological Society**, v. 64, n. 1, p. 52-62, 2010. Disponível em: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/44956962/A_comparison_of_root_distribution_patter20160421-16830-h3jzhk-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1658157707&Signature=Cm5wobci7zGSqUtNwyhsw89mvmQ8yA5j14jwYrzyGqp4l9eouDoveH-h2Ff1UWclaPcXpiUKdLpiNAHkr2u1Mx00B4j9rXTc5JsVGpxC-9TDMbe9Rm9eBfiFdpn0Efc3QbAITBYwVCvFpvcS5rDfw5ewlCoFN7FOPwCp-x3bs1FsBL~DxpRFi1ZrJmnVekjIQfiy2esJIEb5Qh0Lqew6OCc4E2T9W891e-dCgloRvvm8uLOSv6zfAIU~Rcea9lZrWO04TuF5beB08Rmc3pd8yclDxf92rlpvdb86Ah~XOIq3fZHc3ErRRFZD~JrtMxHisLpWSKKE66F1YoKLxmFNZQ__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA. Acesso em: 10 out. 2020.

BIANCHI, V. J.; TAVARES, J. C.; FACHINELLO, J. C. **Efeito de diferentes períodos de encharcamento de solo sobre porta-enxertos de pessegueiro.** *Revista Científica Rural*, v. 9, n. 2, p. 1-6, 2004.

BOONANUNT, S.; KRISANAPOOK, K.; BOONPRAKOB, U.; PICHAKUN, A.; PHAVAPHUTANON, L. Suitable criteria for drought-tolerant peach rootstocks grown in Northern Thailand. **Maejo Journal of Science and Technology**, v. 8, n. 2, p. 190-197, 2014. Disponível em: <<https://doaj.org/article/4e9688d154754c09b4b4ef386a2b08ba>>. Acesso em: 10 out. 2020.

BOTIROV, A.; ARAKAWA, O. Root growth changes in the winter planting of young 'Miyabi Fuji' apple trees. **International Journal of Horticultural Science and Technology**, v. 8, n. 3, p. 227-233, 2021. Disponível em: <https://ijhst.ut.ac.ir/article_80727_46eb52e7c7cdf8bea3fccf33b9a5a8eb.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2022.

BOVÉ, J. M.; ROGERS, M. E. Huanglongbing-control workshop: Summary. **Acta Horticulturae**, v. 1065, p. 869-889, 2015. Disponível em: <https://www.actahort.org/books/1065/1065_109.htm>. Acesso em 10 mar. 2022. Acesso em: 21 mar. 2022.

BROOKS, S. J.; MOORE, J. N.; MURPHY, J. B. Quantitative and qualitative changes in sugar content of peach genotypes [*Prunus persica* (L.) Batsch.]. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 118, n. 1, p. 97-100, 1993. Disponível em: <<https://journals.ashs.org/jashs/view/journals/jashs/118/1/article-p97.xml>>. Acesso em: 10 out. 2021.

BYRNE, D. H. Comparative growth of two peach seedling rootstock under alkaline soil conditions. **Journal of Plant Nutrition**, v. 11, n. 12, p. 1663-1669, 1988. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01904168809363923>>. Acesso em: 10 fev. 2021.

CAMBRA, R. 'Adafuel', an almond x peach hybrid rootstock. **HortScience**, v. 25, n. 5, p. 584, 1990. Disponível em: <<https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/25/5/article-p584.xml>>. Acesso em: 28 mai. 2021.

CAMPOS, A. D.; CARNEIRO, R. M. D. G.; FINARDI, N. L.; FORTES, J. F. Morte precoce de plantas. In: CARVALHO, F. L. C.; RASEIRA, M. C. B.; PEREIRA, J. F. M. **Pessegueiro**. Brasília, Embrapa, 2014. p. 509-530.

- CANTERI, M. G.; ALTHAUS, R. A.; VIRGENS FILHO, J. S.; GIGLIOTI, E. A.; GODOY, C. V. Sasm-Agri: Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott-knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, v. 1, n. 2, p. 18-24, 2001. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/285685029_SASM_-_Agri_Sistema_para_analise_e_separacao_de_medias_em_experimentos_agricolas_pelos_metodos_Scoft_-_Knott_Tukey_e_Duncan>. Acesso em: 28 set. 2020.
- CARNEIRO, R. M. D. G.; FORTES, J. F.; ALMDEIDA, M. R. A. Associação de *Criconemella xenoplax* com a morte precoce do pessegueiro no Rio Grande do Sul. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 17, n. 2, p. 122-131, 1993. Disponível em: <<https://biblat.unam.mx/en/buscar/criconemella-xenoplax>>. Acesso em: 23 mar. 2021.
- CHAVARRIA, G.; SANTOS, H. P. dos; FELIPPETO, J.; MARODIN, G. A. B.; BERGAMASCHI, H.; CARDOSO, L. S.; FIALHO, F. B. Influência da cobertura plástica sobre as relações hídricas e trocas gasosas em vinhedos. Bento Gonçalves, Embrapa Clima Temperado, **Comunicado técnico 94**, 2009. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/537997/influencia-da-cobertura-plastica-sobre-as-relacoes-hidricas-e-trocas-gasosas-em-vinhedos>>. Acesso em: 28 out. 2021.
- CLONE VIVEIROS E FRUTICULTURA. Disponível em: <<https://cloneviveiros.com.br/categoria-produto/porta-enxertos/>>. Acesso em: 23 jun. 2022.
- CQFS – Comissão de Química e Fertilidade do Solo. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: Núcleo Regional Sul – Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004. 400 p.
- BLANCO, V.; KALCSITS, L. Microtensiometers accurately measure stem water potential in woody perennials. **Plants**, v. 10, n. 12, p. 1-16, 2021. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2223-7747/10/12/2780>>. Acesso em: 20 jan. 2022.
- CONESA, M. R.; CONEJERO, W.; VERA, J.; RUIZ-SÁNCHEZ, M. C. R. Effects of post-harvest water deficits on the physiological behavior of early-maturing nectarine trees. **Plants**, v. 9, n. 9, p. 1-15, 2020. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2223-7747/9/9/1104>>. Acesso em: 20 fev. 2022.
- CUNHA, N. G.; SILVEIRA, R. J. C. **Estudo dos solos do município de Pelotas**. 1. ed., Pelotas, EMBRAPA/CPACT, 1996. 50 p. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/739840/7/Pelotas.pdf#:~:text=>

O%20estudo%20dos%20solos%20do%20munic%3%ADpio%20de%20Pelotas,Agr
iculture%20Organization%29%20e%20CLM%20%28Comiss%C3%A3o%20da%20L
agoa%20Mirim%29.>. Acesso em: 20 jan. 2021.

DAVOGLIO JÚNIOR, A. C.; BORDIN, I.; NEVES, C. S. V. J. Sistema radicular e desenvolvimento de plantas cítricas provenientes de viveiro telado e aberto. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 2, p. 172-175, 2006. Disponível em: <<https://old.scielo.br/pdf/rbf/v28n2/a04v28n2.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2021.

DEJONG, T. M. Ecophysiological limits to yield of peach production systems. **Acta Horticulturae**, v. 1084, p. 503-516, 2015. Disponível em: <https://www.ishs.org/ishs-article/1084_69>. Acesso em: 28 jan. 2021.

DICHIO, B. et al. Performance of new selections of *Prunus* rootstocks, resistant to root knot nematodes, in waterlogging conditions. **Acta Horticulturae**, v. 658, p. 403-405, 2004. Disponível em: <https://www.ishs.org/ishs-article/658_59>. Acesso em: 12 ago. 2021.

DICHIO, B.; XILOYANNIS, C.; SOFO, A.; MONTANARO, G. Effects of post-harvest regulated deficit irrigation on carbohydrate and nitrogen partitioning, yield quality and vegetative growth of peach trees. **Plant Soil**, v. 290, p. 127-137, 2007. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11104-006-9144-x>>. Acesso em: 15 ago. 2021.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, v. 36, p. 10-13, 1960. Disponível em: <<https://pubs.cif-ifc.org/doi/10.5558/tfc36010-1>>. Acesso em: 28 fev. 2021.

DUVAL, H. Use of *Prunus* genetic diversity for peach rootstocks. **Acta Horticulturae**, n.1084, p.277-282, 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/282515854_Use_of_Prunus_genetic_diversity_for_peach_rootstocks>. Acesso em: 10 nov. 2021.

EFSTATHIOS, N.; ANNA, A.; PETROS, R. A. Cultivar-rootstock interactions on growth, yield and mineral nutrition of newly planted peach trees in a pot experiment. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, v. 33, n. 2, p. 149-158, 2021. Disponível em: <<https://ejfa.me/index.php/journal/article/view/2250>>. Acesso em: 22 fev. 2022.

EMERSON, W. W. Water retention, Organic C and Soil Texture. **Australian Journal of Soil Research**, v. 33, n. 2, p. 241-251, 1995. Disponível em: <<https://www.publish.csiro.au/SR/SR9950241>>. Acesso em: 9 set. 2020.

EUROPEAN NURSERY STOCK ASSOCIATION. **European technical & quality standards for nurserystock**. 4. ed., ENA, 2010. 53 p. Disponível em: <<https://www.enaplants.eu/quality-standards>>. Acesso em: 29 Abr. 2022.

FELIPE, A. J. 'Felinem', 'Garnem', and 'Monegro' almond x peach hybrid rootstocks. **HortScience**, v. 33, n. 1, p. 196-197, 2009. Disponível em: <<https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/44/1/article-p196.xml?ArticleBodyColorStyles=pdf-4377>>. Acesso em: 10 nov. 2020.

FENG, Y.; LIANG, C.; LI, B.; WAN, T.; WAN, T.; LIU, T.; CAI, Y. Differential expression profiles and pathways of genes in drought resistant tree species *Prunus mahaleb* roots and leaves in response to drought stress. **Scientia Horticulturae**, v. 226, p. 75-84, 2017. Disponível em:

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423817304752>>.

Acesso em 8 set. 2021.

FERERES, E.; GOLDHAMER, D. A. Suitability of stem diameter variations and water potential as indicators for irrigation scheduling of almond trees. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, v. 78, p. 139-144, 2003. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14620316.2003.11511596>>. Acesso em: 10 ago. 2021.

FERGUSON, J.; CHAPARRO, J. Rootstocks for Florida peaches, nectarines, and plums. **University of Florida**, 2007. Disponível em: <<https://www.bing.com/search?q=FERGUSON%2C+J.%3B+CHAPARRO%2C+J.+Rootstocks+for+Florida+peaches%2C+nectarines%2C+and+plums.+University+of+Florida%2C+2007.&cvid=26e7e65454cd4ddfb6930664b3242d6&aqs=edge..69i57.617j0j1&pglt=43&FORM=ANNTA1&PC=U531>>. Acesso em 11 mar. 2022.

FINARDI, N. L. Morte de plantas de pessegueiro e ameixeira por asfixia do sistema radicular. **Horti Sul**, v. 3, n. 3, p. 18-26, 1995. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1113655?locale=en>>. Acesso em 25 set. 2020.

FONT I FORCADA, C.; REIG, G.; MESTRE, L.; MIGNARD, P.; BETRÁN, J. A.; MORENO, M. A. Scion x rootstock response on production, mineral composition and fruit quality under heavy-calcareous soil and hot climate. **Agronomy**, v. 10, n. 8, p. 1-22, 2020. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2073-4395/10/8/1159>>. Acesso em: 15 mar. 2021.

FOREY, O.; TEMANI, F.; WERY, J.; JOURDAN, C.; METAY, A. Effect of combined deficit irrigation and grass competition at plantation on peach tree root distribution. **European Journal of Agronomy**, v. 91, p. 16-24, 2017. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1161030117301223>>.

Acesso em: 20 jan. 2022.

GAINZA, F. et al. Rootstock breeding in *Prunus* species: Ongoing efforts and new challenges. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v. 75, p. 6-16, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-58392015000300002>. Acesso em 10 nov. 2020.

GARCÍA-TEJERO, I. F.; GORDILLO, S. G.; SOUZA, L.; CUADROS-TAVIRA, S.; ZUAZO, V. H. D. Fostering sustainable water use in almond (*Prunus dulcis* Mill.) orchards in a semiarid Mediterranean environment. **Archives of Agronomy and Soil Science**, 65, p. 164-181, 2019. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03650340.2018.1492113>>. Acesso em: 10 jan. 2022.

GHRAB, M. Tree water status indicator of scion-rootstock combinations of peach under deficit irrigation in warm production area. **Acta Horticulturae**, v. 1084, p. 395-400, 2015. Disponível em: <https://actahort.org/books/1084/1084_56.htm>. Acesso em: 21 ago. 2021.

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**, 107, p. 36-42, 2005. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423805002086?casa_token=HSA4IJBHYwIAAAAA:2GT1y4Iq5Nu_XIJpG6Q-9LFsTVQz2uYuMC7fbhLFpVqk4wov-1Ap472WCIsHPNpYvw1D3YD6_0qj>.

GIOVANNINI, A.; VENTURI, M.; GUTIÉRREZ-GORDILLO, S.; MANFRINI, L.; CORELLI-GRAPPADELLI, L.; MORANDI, B. Vascular and transpiration flows affecting apricot (*Prunus armeniaca* L.) fruit growth. **Agronomy**, v. 12, p. 1-16, 2022. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2073-4395/12/5/989/htm>>. Acesso em: 13 ago. 2021.

GOMES, C. B.; CAMPOS, A. D.; ALMEIDA, M. R. A. Occurrence of *Mesocriconema xenoplax* and *Meloidogyne javanica* associated with peach tree short life on plum and reduction of phenol oxidizing enzyme activity. **Nematologia Brasileira**, v. 24, n. 2, p. 249-252, 2000. Disponível em:

<<https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20013131921>>. Acesso em: 10 mai. 2022.

GOMES, C. B.; CARVALHO, F. L. C.; CASAGRANDE JÚNIOR, J. G.; RADMANN, E. B. Avaliação do potencial de coberturas verdes e de sistemas de rotações de cultura na supressão do nematoide anelado (*Mesocriconema xenoplax*) em pré-plantio ao pessegueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 1, p. 74-81, 2010. Disponível em:

<<https://www.scielo.br/j/rbf/a/cHjP9QBXKjDrDsss9WgtWgq/?format=pdf&lang=pt>>.

Acesso em: 20 jun. 2022.

GONZALEZ, J.; FERNÁNDEZ, J. R.; SANTANATOGLIA, O. J.; DEL PARDO, C. Desarrollo radical en plantas de duraznero submetidas a diferentes manejos del suelo. **Revista de Investigaciones Agropecuarias**, v. 38, n. 3, p. 276-281, 2012. Disponível em: <<http://ria.inta.gob.ar/contenido/ria-38-no-3-diciembre-2012>>. Acesso em: 20 out. 2021.

GRASSI, G.; MILLARD, P.; WENDLER, R.; MINOTTA, G.; TAGLIAVINI, M. Measurement of xylem sap amino acid concentrations in conjunction with whole tree transpiration estimates spring N remobilization by cherry (*Prunus avium* L.) trees. **Plant, Cell & Environment**, v. 25, p. 1689-1699, 2002. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1365-3040.2002.00949.x>>. Acesso em: 10 jan. 2021.

GUERRA, L. J.; FINARDI, N. L.; SANTOS FILHO, B. G. dos; PETERS, J. A. Influência do alagamento na mortalidade do pessegueiro e da ameixeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 27, n. 3, p. 499-508, 1992. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/105564?locale=en>>. Acesso em: 20 set. 2020.

GUPTA, K. J.; IGAMBERDIEV, A. U. Reactive nitrogen species in mitochondria and their implications in plant energy status and hypoxic stress tolerance. **Frontiers in Plant Science**, v. 7, p. 1-6, 2016. Disponível em: <<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2016.00369/full>>. Acesso em: 10 dez. 2021.

HAIDER, M. S. et al. Drought stress revealed physiological, biochemical and gene-expressional variations in 'Yoshihime' peach (*Prunus persica* L.) cultivar. **Journal of Plant Interactions**, v. 13, n. 1, p. 83-90, 2018. Disponível em:

<<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17429145.2018.1432772>>. Acesso em: 20 fev. 2021.

HAYAT, F.; F.; ASGHAR, S.; YANMIN, Z.; XUE, T.; NAWAZ, M. A.; XU, X. et al. Rootstock induced vigour is associated with physiological, biochemical and molecular changes in 'Red Fuji' apple. **International Journal of Agriculture & Biology**, v. 24, n. 6, p. 1823-1834, 2020. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Faisal-Hayat-2/publication/344541199_Rootstock_Induced_Vigour_is_Associated_with_Physiological_Biochemical_and_Molecular_Changes_in_'Red_Fuji'_Apple/links/5f7ef270458515b7cf6f5eb2/Rootstock-Induced-Vigour-is-Associated-with-Physiological-Biochemical-and-Molecular-Changes-in-Red-Fuji-Apple.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2021.

HENDRICKX, J. M. H.; WIERENGA, P. J.; NASH, M. S. Variability of water soil tension and soil water content. **Agricultural Water Management**, v. 18, p. 135-148, 1990. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/037837749090026U#:~:text=The%20relationship%20between%20soil%20water%20content%20and%20tension,the%20slope%20of%20the%20soil%20water%20retention%20curve.>>. Acesso em: 10 jul. 2021.

IGLESIAS, I.; ECHEVERRIA, G. Current situation, trends and challenges for efficient and sustainable peach production. **Scientia Horticulturae**, v. 296, p. 1-12, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423822000255?casa_token=Q2sbb09VpecAAAAA:hkXP0BkSf5scfk3xVuSgJltzJcko1BMY4EZQAlr5nsRPXWpqMtU9nmtAZ8thFjYE1X7v3wJoBw>. Acesso em: 17 fev. 2022.

IACONA, C.; CIRILLI, M.; ZEGA, A.; FRIONI, E.; SILVESTRI, C.; MULEO, R. A somaclonal myrobalan rootstock increases waterlogging tolerance to peach cultivar in controlled conditions. **Scientia Horticulturae**, v. 156, p. 1-8, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423813001283?casa_token=DKnA_Pds25YAAAAA:TzFX-PJJZWv92oRhwxWDYCYChcxNtozdB4eBFTBhpURA5VRXC_esfJAoQ7mUh5fLeUaj6roRayTcN>. Acesso em 13 jan. 2021.

INSAUSTI, P.; GORJÓN, S. Floods affect physiological and growth variables of peach trees (*Prunus persica* (L.) Batsch), as well as the post harvest behavior of fruits.

Scientia Horticulturae, v. 152, p. 56-60, 2013. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423813000204>>.

Acesso em: 18 set. 2021.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/>>. Acesso em 28 set. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?=&t=resultados>>. Acesso em: 28 Abr. 2022

JAVADI, T.; ROHOLLAHI, D.; GHADERI, N.; NAZARI, F. Mitigating the adverse effects of drought stress on the morpho-physiological traits and anti-oxidative enzyme activities of *Prunus avium* through β -amino butyric acid drenching. **Scientia Horticulturae**, v. 218, p. 156-163, 2017. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423817301048>>.

Acesso em: 9 set. 2021.

JIMENES, I. M.; MAYER, N. A.; DIAS, C. T. dos S.; SCARPARE FILHO, J. A.; SILVA, S. R. da. Influence of clonal rootstocks on leaf nutrient content, vigor and productivity of young 'Sunraycer' nectarine trees. **Scientia Horticulturae**, v. 235, p. 279-285, 2018. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423818301596>>.

Acesso em: 20 set. 2020.

JIMÉNEZ, S.; DRIDI, J.; GUTIÉRREZ, D.; MORET, D.; IRIGOYEN, MORENO, M. A.; GOGORCENA, Y. Physiological, biochemical and molecular responses in four *Prunus* rootstocks submitted to drought stress. **Tree Physiology**, v. 33, p. 1061-1075, 2013. Disponível em: <<https://academic.oup.com/treephys/article/33/10/1061/1676825>>.

Acesso em: 10 set. 2021.

JIMÉNEZ, S.; FATTAHI, M.; BEDIS, K.; NASROLAHOPOUR-MOGHADAM, S.; IRIGOYEN, J. J.; GOGORCENA, Y. Interactional effects of climate change factors on the water status, photosynthetic rate, and metabolic regulation in peach. **Frontiers in Plant Science**, v. 11, p. 1-18, 2020. Disponível em: <<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2020.00043/full>>. Acesso em: 11 fev. 2022.

KLUMB, E. K.; RICKES, L. N.; BRAGA, E. J. B.; BIANCHI, V. J. Evaluation of gas exchanges in different *Prunus* spp. Rootstocks under drought and flooding stress.

Revista Brasileira de Fruticultura, v. 39, n. 4, 2017. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbf/a/TZRRx5sGw9FhW7Wdr4gVwbM/>>. Acesso em: 22 nov. 2020.

KLUMB, E. K.; BRAGA, E. J. B.; BIANCHI, V. J. Differential expression of genes involved in the response of *Prunus* spp. Rootstocks under soil flooding. **Scientia Horticulturae**, v. 261, p. 1-7, 2019. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423819309240>>.

Acesso em: 17 out. 2020.

KSOURI, N.; JIMÉNEZ, S.; WELLS, C. E.; CONTRERAS-MOREIRA, B.; GOGORCENA, Y. Transcriptional responses in root and leaf of *Prunus persica* under drought stress using RNA sequencing. **Frontiers in Plant Science**, v. 7, p. 1-19, 2016. Disponível em: <<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2016.01715/full>>. Acesso em: 10 mai. 2021.

KONGSRI, S.; BOONPRAKOB, U.; BYRNE, D. H. Assessment of morphological and physiological responses of peach rootstocks under drought and aluminium stress. **Acta Horticulturae**, v. 1059, p. 229-236, 2014. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/284276737_Assessment_of_morphological_and_physiological_responses_of_peach_rootstocks_under_drought_and_aluminium_stress>. Acesso em: 16 out. 2020.

KWACK, Y. B.; KIM, H. L.; CHAE, W. B.; KIM, S. H.; LEE, Y. B.; KIM, J. G. Carbohydrate reserves of non-fruiting young kiwifruit vines as affected by early artificial defoliation. **Horticulture, Environment and Biotechnology**, v. 55, p. 462-470, 2014. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s13580-014-0042-5>>. Acesso em: 27 set. 2021.

LACKMAN, K. P.; MAYER, N. A.; NICOLAO, G.; UENO, B. Screening for adventitious rooting on clonal selections of peach rootstocks. **Revista de Ciências Agrárias: Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 64, p. 1-10, 2022. Disponível em: <<https://ajaes.ufra.edu.br/index.php/ajaes/article/view/3491/1643>>. Acesso em: 10 fev. 2022.

LAWRANCE, B. T.; MELGAR, J. C. Variable fall climate conditions influences nutrient resorption and reserve storage in young peach trees. **Frontiers in Plant Science**, v. 9, p. 1-11, 2018. Disponível em:

<<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2018.01819/full>>. Acesso em: 5 set. 2021.

LAWRANCE, B. T.; MELGAR, J. C. Variable fall climate conditions on carbon assimilation and spring phenology of young peach trees. **Plants**, v. 9, p. 1-10, 2020. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2223-7747/9/10/1353>>. Acesso em: 5 set. 2021.

LEIVAS, J. F.; BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C. Risco de deficiência hídrica decendial na metade sul do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n. 2, p. 397-407, 2006. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/SgHWzkPLBS6sJSqwvVLWHrG/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 7 jul. 2021.

LEZZER, P.; TUSTIN, S.; CORELLI-GRAPPADELLI, L.; SERRA, S.; ANTHONY, B.; DORIGONI, A.; MUSACHI, S. Influences of propagation method, rootstock, number of axes, and cultivation site on ‘Fuji’ scions grown as single or multi-leader trees in the nursery. **Agronomy**, v. 12, p. 1-12, 2022. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2073-4395/12/1/224>>. Acesso em: 3 fev. 2022.

LIMAMI, A. M.; DIAB, H.; LOTHIER, J. Nitrogen metabolism in plants under low oxygen stress. **Planta**, v. 239, n. 3, p. 531-541, 2014. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s00425-013-2015-9>>. Acesso em: 18 set. 2020.

LOBATO, M.; GUAJARDO, V.; SOLÍS, S.; MARTÍNEZ-GARCÍA, P. J.; GASIC, K.; MORENO, M. A. Genetic study of flower traits in a segregating peach-almond progeny. **Acta Horticulturae**, v. 1307, p. 63-70, 2021. Disponível em: <https://www.actahort.org/books/1307/1307_10.htm>. Acesso em: 11 mar. 2022.

LOPEZ, G.; BEHBOUDIAN, M. H.; VALLVERDU, X.; MATA, M.; GIRONA, J.; MARSAL, J. Mitigation of severe water stress by fruit thinning in ‘O’Henry’ peach: Implications for fruit quality. **Scientia Horticulturae**, v. 125, p. 294-300, 2010. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423810001421>>.

Acesso em: 21 out. 2020.

MAATALLAH, S.; GUIZANI, M.; HJLAOUI, H.; BOUGHATTAS, N. E. H.; LOPEZ-LAURI, M. Improvement of fruit quality by moderate water deficit in three plum cultivars (*Prunus salicina* L.) cultivated in a semi-arid region. **Fruits**, v. 70, n. 6, p. 1-8, 2015. Disponível em:

<<https://fruits.edpsciences.org/articles/fruits/pdf/2015/06/fruits150030.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2021.

MADAIL, J. C. M.; OLIVEIRA, R. P. de; FISCHER, D. L. de O.; SILVA, B. A. da. **Custo de Produção de Mudanças de Pessegueiro Produzidas a Campo**. 1. ed., Pelotas, Embrapa Clima Temperado, 2007. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/31295/1/comunicado-166.pdf>>. Acesso em 02 Abr. 2022.

MANCUSO, S.; BOSELLI, M. Characterisation of the oxygen fluxes in the division, elongation and mature zones of *Vitis* roots: influence of oxygen availability. **Planta**, v. 214, n. 5, p. 767-774, 2002. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s004250100670>>. Acesso em: 19 out. 2020.

MAQUILAN, M. A. D.; OLMSTEAD, M. A.; DICKSON, D. W.; CHAPARRO, J. X. Inheritance of resistance to the peach root-knot nematode (*Meloidogyne floridensis*) in interspecific crosses between peach (*Prunus persica*) and its wild relative (*Prunus kansuensis*). **Plant Breeding**, v. 137, p. 805-813, 2018. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/pbr.12624>>. Acesso em: 21 mar. 2021.

MARAFON, A. C.; HERTER, F. G.; BACARIN, M. A.; HAWERROTH, F. J. Atividade da peroxidase durante o período hibernar de plantas de pessegueiro (*Prunus persica* (L.) Batsch) cv. Jubileu com e sem sintomas de morte precoce. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 4, p. 938-942, 2009. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbf/a/Bjkc99jshcBM8W4sfjdMtJQ/?lang=pt>>. Acesso em: 20 mar. 2021.

MARSAL, J.; GELLY, M.; MATA, M.; ARBONÉS, A.; RUFAT, J.; GIRONA, J. Phenology and drought affects the relationship between daily trunk shrinkage and midday stem water potential of peach trees. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, v. 77, p. 411-417, 2002. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14620316.2002.11511514>>. Acesso em: 20 out. 2020.

MARTINAZZO, E. G.; PERBONI, A. T.; FARIAS, M. E.; BIANCHI, V. J.; BACARIN, M. A. Photosynthetic activity in the rootstock of hybrid peach trees submitted to water restriction and flooding. **Brazilian Society of Plant Physiology**, v. 23, n. 2, p. 231-236, 2011. Disponível em: <<https://www.bing.com/search?q=Photosynthetic+activity+in+the+rootstock+of+hybri>

d+peach+trees+submitted+to+water+restriction+and+flooding&cvid=879cb05dc72b45a48178b18af7ae085c&aqs=edge..69i57j69i59.1252j0j1&pglt=43&FORM=ANNTA1&PC=U531>. Acesso em: 20 out. 2020.

MAHHOU, A.; DEJONG, T.; SHACKEL, K. S.; CAO, T. Water stress and cropload effects on yield and fruit quality of Elegant Lady Peach [*Prunus persica* (L.) Batsch]. **Fruits**, v. 6, n. 6, p. 1-12, 2006. Disponível em: <<https://www.cambridge.org/core/journals/fruits/article/abs/water-stress-and-crop-load-effects-on-yield-and-fruit-quality-of-elegant-lady-peach-prunus-persica-l-batch/63D8997E377C365493BB7AEAF4DB85D1>>. Acesso em: 20 fev. 2021.

MATHIAS, C.; MAYER, N. A.; MATTIUZ, B.; PEREIRA, F. M. Efeito de porta-enxertos e espaçamentos entre plantas na qualidade de pêssegos 'Aurora-1'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 1, p. 165-170, 2008. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbf/a/gTJ84JQ3HmPgZPbr4Ktpjtq/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 20 set. 2020.

MAYER, N. A.; PEREIRA, F. M.; NACHTIGAL, J. C. Propagação do umezeiro (*Prunus mume* Sieb & Zucc.) por estaquia herbácea. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 3, p. 673-676, 2001. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbf/a/hh5gWvwghbDrsPsGGpqTvsR/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 21 set. 2020.

MAYER, N. A.; PEREIRA, F. M.; BARBOSA, J. C.; KOBAYASHI, V. Y. Distribuição do sistema radicular de umezeiro enxertados com o pessegueiro 'Aurora-1'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 7, p. 965-973, 2007. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/pab/a/xgWVQNzYvPvLM6ccYFTbNRn/?format=pdf>>. Acesso em: 10 out. 2020.

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. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbf/a/sQfrjB6HR3Nd3TGQR8MBq3L/>>. Acesso em: 10 out. 2020.

MAYER, N. A.; UENO, B. **A morte-precoce do Pessegueiro e suas relações com Porta-enxertos**. Pelotas, Embrapa Clima Temperado, 2012, Documento 359, 42 p. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/994696>>. Acesso em: 10 out. 2020.

MAYER, N. A.; UENO, B.; FELDBERG, N. P. Produção de mudas de frutíferas de caroço em recipientes. **Toda Fruta**, p. 1-8, 2013. Acesso em: 15 jul. 2022.

MAYER, N. A.; PICOLOTTO, L.; BASTOS, P. V.; UENO, B.; ANTUNES, L. E. C. Herbaceous cutting propagation of peach rootstocks in late summer. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 4, p. 1761-1772, 2014. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/993811/1/LuisEduardoSEMINApr opagacaofinaldoverao2014.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2020.

MAYER, N. A.; REIGHARD, G.; BRIDGES, W.; GLENN, D. M. *Prunus* rootstocks influence stem water potential, c/n ratio and shoot ash content in peach. **Acta Horticulturae**, v. 1058, p. 365-374, 2014. Disponível em: <https://www.actahort.org/books/1058/1058_44.htm>. Acesso em: 15 out. 2020.

MAYER, N. A.; REIGHARD, G. L.; BRIDGES, W. Peach rootstock propagation under intermittent mist system. **Acta Horticulturae**, v. 1084, p. 53-62, 2015. Disponível em: <https://www.actahort.org/books/1084/1084_5.htm>. Acesso em: 15 out. 2020.

MAYER, N. A.; UENO, B. 'Sharpe': **Porta-enxerto para pessegueiro introduzido no Brasil pela Embrapa Clima Temperado**. Embrapa Clima Temperado, 2015. 27 p. (Documentos 392). Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1030369/sharpe-porta-enxerto-para-pessegueiro-introduzido-no-brasil-pela-embrapa-clima-temperado>>. Acesso em: 17 out. 2020.

MAYER, N. A.; UENO, B.; REIGHARD, G. L. Selection of *Prunus mume* as rootstocks for peaches on PTSL site. **Acta Horticulturae**, v. 1084, p. 89-96, 2015. Disponível em: <https://www.actahort.org/books/1084/1084_10.htm>. Acesso em: 17 out. 2020.

MAYER, N. A.; UENO, B.; SILVA, V. A. L. da; VALGAS, R. A.; SILVEIRA, C. A. P. A morte precoce do pessegueiro associada à fertilidade do solo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 3, p. 773-787, 2015. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbf/a/fbxVjnycmgFcjrXb6Y4dzBs/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 13 fev. 2021.

MAYER, N. A.; NEVES, T. R. das; ROCHA, C. T.; SILVA, V. A. L. da. Adensamento de plantio em pessegueiros 'Chimarrita'. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 15, n. 1, p. 50-59, 2016. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1044772/1/AlexgroveterinariasAd ensamentoChimarrita2016.pdf>>. Acesso em: 28 out. 2021.

MAYER, N. A.; UENO, B. **Uso de seedlings de Umezeiro (*Prunus mume* Sieb. Et Zucc.) como Porta-enxerto de Pessegueiro [*P. persica* L. Batsch] em local com**

histórico de morte-precoce visando seleção e clonagem. Pelotas, Embrapa Clima Temperado, 2017, 47 p. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1079249/uso-de-seedlings-de-umezeiro-prunus-mume-sieb-et-zucc-como-porta-enxerto-de-pessegueiro-p-persica-l-batsch-em-local-com-historico-de-morte-precoce-visando-selecao-e-clonagem>>. Acesso em: 15 out. 2020.

MAYER, N. A.; UENO, B. **Avaliação participativa de porta-enxertos tolerantes à morte precoce do pessegueiro.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2017. 35 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 449). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1084531>>. Acesso em: 20 set. 2020.

MAYER, N. A.; BIANCHI, V. J.; FELDBERG, N. P.; MORINI, S. Advances in peach, nectarine and plum propagation. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, n. 4, p. 1-21, 2017. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbf/a/xwzvFMnWgxSx4V4cN9wBDn/>>. Acesso em: 12 mar. 2021.

MAYER, N. A.; UENO, B.; RICKES, T. B. **Produção Rápida de Muda de Pessegueiro.** 1. ed., Pelotas, Embrapa Clima Temperado, 2018. 20 p. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1101954/producao-rapida-de-mudas-de-pessegueiro>>. Acesso em 15 jul. 2022.

MAYER, N. A.; UENO, B.; NEVES, T. R. das. Cinco anos de avaliações dos efeitos de porta-enxertos sobre a produção, produtividade e eficiência produtiva do pessegueiro 'Maciel'. **Revista de la Facultad de Agronomía**, v. 118, n. 2, p. 1-11, 2019. Disponível em:

<<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7289919#:~:text=%20Cinco%20años%20de%20avalia%C3%A7%C3%B5es%20dos%20efeitos%20de,Agronomia%20Eliseu%20Maciel-Universidade...%204%20Idioma%3A%20portugu%C3%A9s%20More%20>>. Acesso em: 25 out. 2021.

MAYER, N. A.; UENO, B.; RICKES, T. B.; RESENDE, M. V. L. A. de. Cloning of rootstock selections and *Prunus* spp. cultivars by softwood cuttings. **Scientia Horticulturae**, v. 237, p. 1-11, 2020. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030442382030437>>. Acesso em: 23 mar. 2021.

- MAYER, N. A.; UENO, B. A morte precoce do pessegueiro no estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Agrociencia Uruguay**, v. 25, p. 1-17, 2021. Disponível em: <http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2730-50662021000201308&lang=pt#:~:text=A%20morte%20precoce%20do%20pessegueiro%20%C3%A9%20uma%20s%C3%ADndrome,que%20%C3%A9%20o%20maior%20produtor%20brasileiro%20de%20p%C3%AAssegos.>. Acesso em: 10 mar. 2021.
- MAYER, N. A.; UENO, B.; ANTUNES, L. E. C.; NAVA, G.; ROTH, F. M. Agronomic performance of ‘BRS-Kampai’ peach on 15 clonal rootstocks and own-rooted trees in Pelotas-RS, Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 43, n. 2, p. 1-14, 2021. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbf/a/dhtbT7SLzYGpc9HxnjmL4Yh/>>. Acesso em: 10 mar. 2022.
- MAYER, N. A.; UENO, B.; BIANCHI, V. J.; NICOLAO, G. **Produção e uso de pessegueiros autoenraizados da cultivar Maciel para áreas com histórico de morte precoce**. 1. ed., Pelotas, Embrapa Clima Temperado, 2021, 19 p. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1136871>>. Acesso em 04 Abr. 2022.
- MAYER, N. A.; UENO, B.; NICOLAO, G. **Comportamento de seleções clonais de porta-enxertos para pessegueiro em áreas de replantio com histórico de morte precoce**. 1. ed., Pelotas, Embrapa Clima Temperado, 2021, 19 p. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/228334/1/Boletim-344-1.pdf>>. Acesso em 13 Abr. 2022.
- MARAFON, A. C.; HERTER, F. G.; BACARIN, M. A.; HAWERROTH, F. J. Atividade da peroxidase durante o período hibernar de plantas de pessegueiro (*Prunus persica* (L.) Batsch) cv. Jubileu com e sem sintomas de morte precoce. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 4, p. 938-942, 2009. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbf/a/Bjkc99jshcBM8W4sfjdMtJQ/?lang=pt>>. Acesso em: 10 mar. 2020.
- MCCUTCHAN, H.; SHACKEL, K. A. Stem-water potential as a sensitive indicator of water stress in prune trees (*Prunus domestica* L. cv. French). **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 117, p. 607-611, 1992. Disponível em: <<https://journals.ashs.org/jashs/view/journals/jashs/117/4/article-p607.xml>>. Acesso em: 10 out. 2020.
- MENEGATTI, R. D.; SOUZA, A. das G.; BIANCHI, V. J. Absorption and use of different sources and doses of NPK in the growth of ‘Capdeboscq’ and ‘Flordaguard’ rootstocks.

Journal of Plant Nutrition, v. 44, p. 1149-1161, 2022. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01904167.2021.1998524?journalCode=ipla20>>. Acesso em: 10 jun. 2022.

MENEGATTI, R. D.; SOUZA, A. das G.; BIANCHI, V. J. Nutritional status of 'BRS Rubimel' peach plants in the nursery as a function of the rootstock. **Acta Scientiarum**, v. 44, n. 1, p. 1-12, 2022. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/asagr/a/7m8CwSNVPRjmN7PGnGBFchP/>>. Acesso em: 10 jun. 2022.

MESSCHMIDT, A. A.; BIANCHI, V. J.; ZANANDREA, I.; MARTINAZZO, E. G.; RADMANN, E. B.; BACARIN, M. A. Gas Exchange and antioxidant activity of *Prunus* rootstocks spp. submitted to drought and waterlogging. **Revista de la Facultad de Agronomía**, v. 114, n. 1, p. 71-81, 2015. Disponível em: <<https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20153360349>>. Acesso em: 10 out. 2020.

MESTRE, L.; REIG, G.; BERTRÁN, J. A.; MORENO, M. A. Influence of plum rootstocks on agronomic performance, leaf mineral nutrition and fruit quality of 'Catherina' peach cultivar in heavy-calcareous soil conditions. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v. 15, n. 1, p. 1-11, 2017. Disponível em: <<https://sia.revistas.inia.es/index.php/sjar/article/view/9950>>. Acesso em: 20 nov. 2020.

MILLER, P. J.; PARFITT, D. E.; WEINBAUM, S. A. Outcrossing in peach. **HortScience**, v. 24, n. 2, p. 369-360, 1989.

MINNINI, A. N.; TUZIO, A. C.; BRUGNOLI, E.; DICHIO, B.; SOFO, A. Carbon isotope discrimination and water use efficiency in interspecific *Prunus* hybrids subjected to drought stress. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 175, p. 33-43, 2022. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0981942822000407>>.

Acesso em: 10 jun. 2022.

MINISTÉRIO AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Agrofit**. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em 27 Abr. 2022.

MIZUTANI, F.; YAMADA, M.; TOMANA, T. Differential water tolerance and ethanol accumulation in *Prunus* species under flooded conditions. **Journal of Japanese Society for Horticultural Science**, v. 51, n. 1, p. 29-34, 1982.

MOHAMMADKHANI, N.; HEIDARI, R. Drought-induced accumulation of soluble sugars and proline in two maize varieties. **World Applied sciences journal**, v. 3, n. 3, p. 448-453, 2008. Disponível em: <<https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.570.9996>>. Acesso em: 12 fev. 2022.

MOING, A.; CARBONNE, F.; ZIPPERLIN, B.; SVANELLA, L.; GAUDILLÈRE, J. P. Phloem loading in peach: Symplastic or apoplastic?. **Physiologia Plantarum**, v. 101, p. 489-496, 1997. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1399-3054.1997.tb01028.x>>.

Acesso em: 10 dez. 2020.

MONDRAGÓN-VALERO, A.; LÓPEZ-CORTEZ, I.; SALAZAR, D. M.; CÓRDOVA, P. F. de. Physical mechanisms produced in the development of nursery almond trees (*Prunus dulcis* Miller) as a response to the plant adaptation to different substrates. **Rhizosphere**, v. 3, p. 44-49, 2017. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2452219816301215>>.

Acesso em: 20 set. 2021.

MONTEIRO, A. B.; REISSER JÚNIOR, C.; ROMANO, L. R.; TIMM, L. C.; TOEBE, M. Water potential in peach branches as a function of soil water storage and evaporative demand of the atmosphere. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 40, n. 1, p. 1-9, 2018. Disponível em: <<https://www.scielo.br/rbfa/Nb5vRfg3PFNLNHbKBqWvzmg/>>.

Acesso em: 10 jun. 2021.

MONTEIRO, A. B.; ROMANO, L. R.; REISSER JÚNIOR, C.; TOEBE, M.; TIMM, L. C. Influência da irrigação na qualidade da fruta e nos componentes de produtividade em pomar de pessegueiro cv. Esmeralda. **XVIII Encontro de pós-graduação Universidade Federal de Pelotas**, p. 1-4, 2016. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1068342/1/CarlosReisserRESUMOENPOS2016Alex.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2021.

MORENO, M. A. Breeding and selection of *Prunus* rootstocks at the Aula Dei experimental station, Zaragoza, Spain. **Acta Horticulturae**, v. 658, p. 519-528, 2004. Disponível em: <https://digital.csic.es/bitstream/10261/35900/3/MorenoM_Acta%20Horticulturae_2004.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2021.

MORIANA, A.; FERERES, E. Establishing reference values of trunk diameter fluctuations and stem water potential for irrigation scheduling of olive trees. **Acta**

Horticulturae, v. 664, p. 407-412, 2004. Disponível em: <https://www.ishs.org/ishs-article/664_51>. Acesso em: 10 mar. 2021.

MORIGUCHI, T.; SANADA, T.; YAMAKI, S. Seasonal fluctuations of some enzymes relating to sucrose and sorbitol metabolism in peach fruit. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 115, n. 2, p. 278-281, 1990. Disponível em: <<https://journals.ashs.org/jashs/view/journals/jashs/115/2/article-p278.xml>>. Acesso em: 10 mar. 2021.

NAOR, A.; KLEIN, I.; DORON, I. Stem water potential and apple size. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 120, n. 4, p. 577-582, 1995. Disponível em: <<https://journals.ashs.org/jashs/view/journals/jashs/120/4/article-p577.xml>>. Acesso em: 10 set. 2021.

NEVES, T. R. das; MAYER, N. A.; UENO, B. Incompatibilidade de enxertia em *Prunus* spp. precedida pela redução do índice SPAD. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 38, n. 2, p. 635-648, 2017. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1069228/1/AlexSEMINAGraftincompatibilitySPAD2017.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2021.

NICOLAO, G.; MAYER, N. A.; MUNHOZ, P. de O.; UENO, B. Enraizamento adventício em estacas herbáceas de *Prunus* spp. **Agropecuária Técnica**, v. 42, n. 1-4, p. 24-33, 2021. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1139463/1/Artigo-Enraizamento-adventicio-em-estacas-herbaceas.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2022.

NYCZEPIR, A. P.; BERTRAND, P. F.; MILLER, R. W. Incidence of *Criconemella* spp. and peach orchard histories in short-life and non-short-life sites in Georgia and South Carolina. **Plant Disease**, v. 69, n. 10, p. 874-877, 1985. Disponível em: <https://www.apsnet.org/publications/PlantDisease/BackIssues/Documents/1985Abstracts/PD_69_874.htm>. Acesso em: 20 set. 2020.

NYCZEPIR, A. P. Influence of *Criconemella xenoplax* and pruning time on short life of peach trees. **Journal of Nematology**, v. 22, n. 1, p. 97-100, 1990. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19287694/>>. Acesso em: 20 set. 2020.

O'CONNEL, M.; STEFANELLI, D. Effects of rootstock and crop load management on yield and fruit quality of early-season nectarine 'Rose Bright' and late-season peach 'September Sun'. **Acta Horticulturae**, v. 1281, p. 121-130, 2020. Disponível em: <https://www.ishs.org/ishs-article/1281_18>. Acesso em: 28 mar. 2021.

OLDONI, C. M.; NIENOW, A. A.; SCHONS, J.; MAYER, N. A. Peroxidase activity and initial growth of 'Barbosa' peach on clonal rootstocks. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 41, n. 6, p. 1-10, 2019. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbf/a/7mCG9WqZDwK66HVvfpHSLqk/?format=pdf&lang=en>>. Acesso em: 10 mar. 2021.

OLIVEIRA, J. A. A.; SILVA, D. F. P. da; BRUCKNER, C. H.; GOMES, F. R.; RAGAGNIN, A. L. S. L.; ASSUNÇÃO, H. F. da. Initial development of peach rootstock genotypes propagated by herbaceous cuttings. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 42, n. 3, p. 1-5, 2020. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbf/a/LrTyDz7QZ7mJMcXFBLvmSfr/>>. Acesso em: 10 abr. 2022.

OLIVO, N.; GIRONA, J.; MARSAL, J. Seasonal sensitivity of stem water potential to vapour pressure deficit in grapevine. **Irrigation Science**, v. 27, p. 175-182, 2009. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s00271-008-0134-z>>. Acesso em: 10 fev. 2022.

OPAZO, I.; TORO, G.; SALVATIERRA, A.; PASTENES, C.; PIMENTEL, P. Rootstocks modulate the physiology and growth responses to water deficit and long-term recovery in grafted stone fruit trees. **Scientia Horticulturae**, v. 228, p. 1-11, 2020. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378377419314441>>. Acesso em: 30 ago. 2021.

QUEODRAOGO, F. D.; BRORSEN, B. W.; BIERMACHER, J. T.; ROHLA, C. T. Effects of pruning at planting on pecan trunk development and total shoot growth. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 30, n. 2, p. 248-250, 2020. Disponível em: <<https://journals.ashs.org/horttech/view/journals/horttech/30/2/article-p248.xml>>. Acesso em: 20 mar. 2022.

ÖZTÜRK, A. The effects of different rootstocks on the graft success and stion development. **International Journal of Fruit Science**, v. 21, n. 1, p. 932-944, 2021. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15538362.2021.1948376>>. Acesso em: 10 mar. 2022.

PAULA, L. A. de; BIANCHI, V. J.; GOMES, C. B.; FACHINELLO, J. C. Reação de porta-enxertos de pessegueiro à *Meloidogyne incognita*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 2, p. 680-684, 2011. Disponível em:

<<https://www.scielo.br/j/rbf/a/Yq4Thtmy8vXPYBwgwRnsQxt/>>. Acesso em: 30 ago. 2020.

PARKER, M. L.; RITCHIE, D. F.; REIGHARD, G. L.; CLARK, B.; WEST, R. M. Peach rootstock differences in tree survival from bacterial canker in the southeastern United States. **Acta Horticulturae**, v. 1228, p. 259-264, 2018. Disponível em: <https://www.actahort.org/books/1228/1228_39.htm>. Acesso em: 22 abr. 2022.

PEREIRA, F. M.; MAYER, N. A.; DALL'ORTO, F. A. C. Rigitano: nova cultivar de umezeiro para porta-enxerto de pessegueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 1, p. 172-175, 2007. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbf/a/W6vLJ6wdKd867CGFD3tvtCK/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 10 out. 2020.

PEREIRA, F.M.; USMAN, M.; MAYER, N.A.; NACHTIGAL, J.C.; MAPHANGA, O.R.M., WILLEMSE, S. Advances in guava propagation. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 39, n.4, p. 1-24, 2017. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbf/a/t9d44sMTwNgh9CbKNzTtRJm/#:~:text=%20ADVANCE%20IN%20GUAVA%20PROPAGATION%20%201%20ABSTRACT.,Myrtaceae%2C%20which%20has%20more%20than%2080...%20More%20>>. Acesso em: 20 abr. 2022.

PETRY, H. B.; MAZURANA, M.; MARODIN, G. A. B.; LEVIEN, R.; ANGHINONI, I.; GIANELLO, C.; SCHWARZ, S. F. Root distribution of peach rootstocks affected by soil compaction and acidity. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 40, p. 1-11, 2016. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbcs/a/KkKQ5HM8r9FTRmQb5HJ5y3Q/?format=pdf&lang=en>>. Acesso em: 20 out. 2020.

PETRY, H. B.; MARCHESI, D. R.; BACK, DELLA BRUNA, E.; SCHÄFER, G.; MELETTI, L. M. M. Produção de mudas de maracujazeiro-azedo em ambiente protegido: dimensionamento e manejo do ambiente de produção. **Agropecuária Catarinense**, v. 32, n. 3, p. 37-39, 2019. Disponível em: <<https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/RAC/article/view/369#:~:text=Resumo%20A%20produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20mudas%20de%20maracujazeiro-azedo%20em,dissemina%C3%A7%C3%A3o%20de%20doen%C3%A7as%20e%20pragas%20atrav%C3%A9s%20das%20mudas.>>. Acesso em: 20 fev. 2022.

PICOLOTTO, L.; BIANCHI, V. J.; NETO, A. G.; FACHINELLO, J. C. Diferentes misturas de substrates na formação de mudas de pessegueiro, em embalagem.

Scientia Agraria, v. 8, n. 2, p. 119-125, 2007. Disponível em: <[PIMENTEL, P. et al. Physiological and morphological responses of *Prunus* species with different degree of tolerance to long-term hypoxia. **Scientia Horticulturae**, v. 180, p. 14-23, 2014. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423814005482>>. Acesso em 22 set. 2020.](https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2908049#:~:text=O%20objetivo%20do%20presente%20trabalho%20foi%20avaliar%20a,Plantmax%C2%AE%20%2B%20h%C3%BAmus%20%2B%20casca%20de%20arroz%20carbonizada.>. Acesso em: 10 fev. 2022.</p>
</div>
<div data-bbox=)

POTTER, D.; ERIKSSON, T.; EVANS, R. C.; OH, S.; SMEDMARK, J. E. E.; MORGAN, D. R.; KERR, M.; ROBERTSON, K. R.; ARSENAULT, M.; DICKINSON, T. A.; CAMPBELL, C. S. Phylogeny and classification of *Rosaceae*. **Plant Systematics and Evolution**, v. 266, p. 5-43, 2007. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s00606-007-0539-9>>. Acesso em: 10 nov. 2020.

POULTON, J. E. Cyanogenesis in plants. **Plant Physiology**, v. 94, p. 401-405, 1990. Disponível em: <<https://academic.oup.com/plphys/article/94/2/401/6086196>>. Acesso em: 10 nov. 2020.

RAHMATI, M.; DAVARYNEJAD, G. H.; GÉNARD, M.; BANNAYAN, M.; AZIZI, M.; VERCAMBRE, G. Peach water relations, gas Exchange, growth and shoot mortality under water deficit in semi-arid weather conditions. **Plos One**, v. 10, n. 4, p. 1-19, 2015. Disponível em: <<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0120246>>. Acesso em: 10 out. 2021.

RANJBAR, A.; IMANI, A.; PIRI, S.; ABDOOSI, V. Grafting comercial cultivars of almonds on accurate rootstocks mitigates adverse effects of drought stress. **Scientia Horticulturae**, v. 293, p. 1-9, 2022. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423821008323>>. Acesso em: 25 jun. 2022.

RASEIRA, M. C. B.; NAKASU, B. H.; BARBOSA, W. Cultivares: descrição e recomendação. In: RASEIRA, M. C. B.; PEREIRA, J. F. M.; CARVALHO, F. L. C. **Pessegueiro**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 73-141. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/272022080_RASEIRA_M_C_B_NAKASU>

_B_H_Barbosa_W_Cultivares_descricao_e_recomendacao_In_Raseira_MCB_Pereira_JFM_Carvalho_FLC_Org_Pessegueiro_1ed_Embrapa_2014_v_1_p_73-141>.

Acesso em: 10 out. 2021.

RASOOL, A.; MANSOOR, S.; BHAT, K. M.; HASSAN, G. I.; BABA, T. R.; ALYEMENI, M. N. et al. Mechanisms underlying graft union formation and rootstock scion interaction in horticultural plants. **Frontiers in Plant Science**, v. 11, p. 1-19, 2020.

Disponível

em:

<<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33362818/#:~:text=Mechanisms%20Underlying%20Graft%20Union%20Formation%20and%20Rootstock%20Scion,taxonomic%20proximity%20between%20the%20root%20stock%20and%20scion.>>. Acesso em: 10 out. 2021.

REIG, G.; GARANTO, X.; MAS, N.; IGLESIAS, I. Long-term agronomical performance and iron chlorosis susceptibility of several *Prunus* rootstocks grown under loamy and calcareous soil conditions. **Scientia Horticulturae**, v. 262, p. 1-12, 2020. Disponível

em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423819309215>>.

Acesso em: 10 out. 2021.

REIGHARD, G. L.; WATSON, W. A.; COSTON, D. C.; RIDLEY, J. D. Survival of own-rooted and budded 'Redhaven' trees on peach tree short life site. **HortScience**, v. 25, n.3, p. 359, 1990. Disponível

em:

<<https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/25/3/article-p359.xml>>. Acesso

em: 10 out. 2021.

REIGHARD, G. L.; HENDERSON, W. G.; OUELLETTE, D. R. *Prunus* rootstock testing for peach tolerance to Pseudomonas and Armillaria diseases in South Carolina. **Acta Horticulturae**,

v. 1242, p. 357-362, 2019. Disponível

em:

<https://www.actahort.org/books/1242/1242_50.htm>. Acesso em: 10 set. 2021.

REISSER JÚNIOR, C.; TIMM, L. C.; TAVARES, V. E. Q. **Características do cultivo de pêssegos da região de Pelotas-RS, relacionadas à disponibilidade de água para as plantas**. 1. ed., Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2008. 21 p.

(Documentos 240). Disponível

em:

<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/746699>>. Acesso em: 10 set. 2020.

RICKES, L. N.; KLUMB, E. K.; SANTOS E SILVA, C. D.; BACARIN, M. A.; BIANCHI, V. J. Water deficit affects gas exchange in peach trees cultivar Chimarrita grafted onto diferente rootstocks. **Irriga**, v. 22, n. 1, p. 140-153, 2017. Disponível em:

<<https://irriga.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/2201>>. Acesso em: 10 out. 2021.

RIEGER, M.; DUEMMEL, M. J. Comparison of drought resistance among *Prunus* species from divergent habitats. **Tree Physiology**, v. 11, p. 369-380, 1992. Disponível em: <<https://academic.oup.com/treephys/article-abstract/11/4/369/1675089?redirectedFrom=fulltext&login=false>>. Acesso em: 10 nov. 2020.

RITCHIE, D. F.; CLAYTON, C. N. Peach tree short life: a complex of interacting factors. **Plant Disease**, v. 65, n. 6, p. 462-469, 1981. Disponível em: <<https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19810888777>>. Acesso em: 20 out. 2020.

RIO GRANDE DO SUL. **Normas e padrões de mudas de fruteiras para o estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 1998, 100 p.

ROSATI, A.; DE JONG, T. M.; SOUTHWICK, S. M. Comparison of leaf mineral content, carbon assimilation and stem water potential of two apricot (*Prunus armeniaca*) cultivars grafted on 'Citation' and 'Marianna 2624' rootstocks. **Acta Horticulturae**, v. 451, p. 263-267, 1997. Disponível em: <https://www.ishs.org/ishs-article/451_29>. Acesso em: 10 fev. 2022.

ROTH, F. M. **Porta-enxertos clonais no comportamento agrônomo de pessegueiros**. 2017. 86 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2017. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/172397/1/Alex-Dissertacao-Fernanda-Roth-2017.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2021.

ROWE, R. N.; CATLIN, P. B. Differential sensitivity to waterlogging and cyanogenesis by peach, apricot, and plum roots. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 96, n. 3, p. 305-308, 1971. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/284593001_Differential_sensitivity_to_waterlogging_and_cyanogenesis_by_peach_apricot_and_plum_roots>. Acesso em: 20 set. 2020.

RUFATO, L.; MACHADO, B. D.; KRETZCHMAR, A. A.; BOGO, A.; LUZ, A. R.; MARCON FILHO, J. L. Effect of high plant density on growth and production variables of european pear cultivars and quince rootstock combination in southern Brazil. **Acta Horticulturae**, v. 1058, p. 71-76, 2014. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/profile/Amauri->

Bogo/publication/271196009_Effect_of_High_Plant_Density_on_Growth_and_Production_Variables_of_European_Pear_Cultivars_and_Quince_Rootstock_Combinations_in_Southern_Brazil/links/54bff5800cf28eae4a666298/Effect-of-High-Plant-Density-on-Growth-and-Production-Variables-of-European-Pear-Cultivars-and-Quince-Rootstock-Combinations-in-Southern-Brazil.pdf>. Acesso em: 20 set. 2021.

SANTOS, H. G. dos et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed., Brasília, Embrapa Solos, 2018. 356 p. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/solos/sibcs#:~:text=O%20Sistema%20Brasileiro%20de%20Classifica%C3%A7%C3%A3o%20de%20Solos%20%C3%A9,Subordem%2C%20Grande%20Grupo%2C%20Subgrupo%2C%20Fam%C3%ADlia%20e%20S%C3%A9rie.%20>>. Acesso em: 15 jul. 2022.

SCHMITZ, J. D.; PASA, M. da S.; FISCHER, D. L. de O.; FACHINELLO, J. C.; BIANCHI, V. J. Desempenho de porta-enxertos em diferentes sistemas de cultivo na produção de mudas do pessegueiro 'Chimarrita'. **Revista Ceres**, v. 61, n. 2, p. 155-160, 2014. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rceres/a/xw99cGnfDp4qGjzNWjvVzjq/>>. Acesso em: 20 mar. 2022.

SCORZA, R.; MILLER, S.; GLENN, D. M.; OKIE, W. R.; TWORKOSKI, T. Developing peach cultivars with novel tree growth habits. **Acta Horticulturae**, v. 713, p. 61-64, 2006. Disponível em: <https://www.ishs.org/ishs-article/713_4>. Acesso em: 20 fev. 2021.

SHAHKOOHAHALLY, S.; CHAPARRO, J. X.; BECKMAN, T. G.; SARKOSH, A. Influence of rootstocks on leaf mineral content in the subtropical peach cv. UFSun. **HortScience**, v. 55, n. 4, p. 496-502, 2020. Disponível em: <<https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/55/4/article-p496.xml>>. Acesso em: 20 ago. 2021.

SINGH, T. N.; ASPINALL, D.; PALEG, L. G. Proline accumulation and varietal adaptability to drought in barley: a potential metabolic measure of drought resistance. **Nature New Biology**, v. 236, p. 188-190, 1972. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/newbio236188a0>>. Acesso em: 20 ago. 2021.

SMYKOV, A. Inheritance of some qualitative traits of peach fruit in hybrid progenies. **Acta Horticulturae**, v. 1139, p. 79-84, 2016. Disponível em: <https://www.actahort.org/books/1139/1139_14.htm>. Acesso em: 20 mar. 2022.

SOBIERAJSKI, G. da R.; BLAIN, G. C.; TEIXEIRA, L. A. J.; MAYER, N. A. Vegetative growth and foliar nutrient contents of peach on different clonal rootstocks. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 56, p. 1-14, 2021. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/pab/a/WCDYjKQpsqV6w7rJnT9L7xH/?format=html>>. Acesso em: 20 abr. 2022.

SOFO, A.; DICHIO, B.; XILOYANNIS, C.; MASIA, A. Lipoxygenase activity and proline accumulation in leaves and roots of olive trees in response to drought stress. **Physiologia Plantarum**, v. 121, p. 58-65, 2004. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.0031-9317.2004.00294.x>>. Acesso em: 25 ago. 2021.

SOMAVILLA, L. M.; SIMÃO, D. G.; TIECHER, T. L.; HAMMERSCHMITT, R. K.; OLIVEIRA, J. M. S. de; MAYER, N. A.; PAVANELLO, E. P.; TRENTIN, E.; BELLES, S. W.; BRUNETTO, G. Structural changes in roots of peach rootstock cultivars grown in soil with high zinc content. **Scientia Horticulturae**, v. 237, p. 1-10, 2018. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423818302358>>. Acesso em: 20 ago. 2021.

SOUZA, A. L. K. de; SCHUCH, M. W.; CAMARGO, S. S.; PEREIRA, R. R.; SOUZA, E. L. de; PASA, M. da S. Does propagation method affect the field performance of peach trees?. **Semina: Ciências Agrárias**, v. v. 38, n. 4, p. 2815-2822, 2017. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/4457/445752611044.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2022.

SOUZA, A. das G.; RIITERBUSCH, C. W.; MENEGATTI, R.; SMIDERLE, O. J.; BIANCHI, V. J. Nutritional efficiency and morphophysiological aspects with growth in the 'Okinawa Roxo' peach rootstock. **Journal of Agricultural Science**, v. 11, n. 9, p. 222-233, 2019. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/333782702_Nutritional_Efficiency_and_Morphophysiological_Aspects_With_Growth_in_the_'Okinawa_Roxo'_Peach_Rootstock>. Acesso em: 20 fev. 2022.

SOUZA, A. L. K. de; CAMARGO, S. S.; SOUZA, E. L. de; FELDBERG, N. P.; BENDER, A. Influência do método de produção de mudas de videira no desempenho agrônomo de uvas para vinho. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 43, n. 6, p. 1-11, 2021. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbf/a/fLFGSvjyVvQdtF5gjLBPQYR/>>. Acesso em: 10 mai. 2022.

SYMEONIDOU, M. V.; BUCKLEY, G. P. The effect of pre-planting desiccation stress and root pruning on the physiological condition and subsequent field performance of one year old *Prunus avium* and *P. cerasifera* seedlings. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, v. 74, n. 3, p. 386-394, 1999. Disponível em: <<https://eurekamag.com/research/003/302/003302429.php>>. Acesso em: 20 fev. 2022.

SZYMAJDA, M.; PRUSKI, K.; ZURAWICZ, E.; SITAREK, M. The nursery value of new *Prunus persica* seedlings for peach cultivars. **Scientia Horticulturae**, v. 266, p. 1-6, 2020. Disponível em:

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423820301102>>.

Acesso em: 20 fev. 2022.

TABAKOV, S. G.; YORDANOV, A. I.; PETROV, M. N. Study of influence of peach-almond hybrid rootstocks on the growth and productivity of three peach cultivars grown in southern Bulgaria. **Acta Horticulturae**, v. 1289, p. 191-198, 2020. Disponível em: <https://www.ishs.org/ishs-article/1289_27>. Acesso em: 20 fev. 2022.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. Brasília, Embrapa Solos, 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1085209/manual-de-metodos-de-analise-de-solo>>. Acesso em: 20 ago. 2021.

TERRA, V. S. S.; VALGAS, R. A.; REISSER JÚNIOR, C.; TIMM, L. C.; PEREIRA, J. F. M.; CARVALHO, F. L. C.; OLDONI, H. Multivariate analysis Applied to the study of the relationship between soil and plant properties in a peach orchard. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, p. 755-764, 2014. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbcs/a/YSBG9gSfHvzKQbCtwhpNtDN/?format=pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2021.

TIMM, L. C.; TAVARES, V. E. Q.; REISSER JÚNIOR, C.; MORO, M. **Manejo da irrigação na cultura do pessegueiro**. Pelotas, Universidade Federal de Pelotas, 2007, 110 p. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Manual-Tecnico-Pessegueiro-Completo_capa_000gihnlouv02wx5ok05vadr1b10k6uq.pdf>. Acesso em: 20 set. 2020.

TORO, G.; PINTO, M.; PIMENTEL, P. Root respiratory components of *Prunus* spp. rootstocks under low oxygen: Regulation of growth, maintenance, and ion uptake respiration. **Scientia Horticulturae**, v. 239, p. 259-268, 2018. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030442381830373X?casa_token=Zomhvpv3LJ8QAAAAA:CmmAgbdwMwUZAMP6LaspSlvaqb_aebTu3TSsqH7dXxWz0u9ki4tYCF-6PkyIYpCwKcGZ9JvF17EF>. Acesso em: 10 nov. 2020.

TWORKOSKI, T.; SCORZA, R. Root and shoot characteristics of peach trees with different growth habits. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 126, n. 6, p. 785-790, 2001. Disponível em: <<https://journals.ashs.org/jashs/view/journals/jashs/126/6/article-p785.xml>>. Acesso em: 10 mai. 2022.

TWORKOSKI, T.; FAZIO, G.; GLENN, D. M. Apple rootstock resistance to drought. **Scientia Horticulturae**, v. 204, p. 70-78, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030442381630005X?casa_token=5nEFDeCddrAAAAAA:AEVRocuRiy5qqmivltz5IC7pwewgYM7nP-YyQpIY4-8MD>. Acesso em: 10 nov. 2020.

UMBACH, A. L.; FIORANI, F.; SIEDOW, J. N. Characterization of transformed *arabidopsis* with altered alternative oxidase levels and analysis of effect on reactive oxygen species in tissue. **Plant Physiology**, v. 139, p. 1806-1820, 2005. Disponível em: <<https://academic.oup.com/plphys/article/139/4/1806/6103399>>. Acesso em: 10 nov. 2020.

VAN DER WERF, A.; KOOIJMAN, A.; WELSCHEN, R.; LAMBERS, H. Respiratory energy costs for the maintenance of biomass, for growth and for ion uptake in roots of *Carex diandra* and *Carex acutiformis*. **Physiologia plantarum**, v. 72, p. 483-491, 1988. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1399-3054.1988.tb09155.x>>. Acesso em: 10 out. 2020.

VIZZOTTO, G.; PINTON, R.; VARANINI, Z.; COSTA, G. Sucrose accumulation in developing peach fruit. **Physiologia Plantarum**, v. 96, n. 2, p. 225-230, 1996. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1399-3054.1996.tb00206.x>>. Acesso em: 20 abr. 2021.

YANG, Z.; SINCLAIR, T. R.; ZHU, M.; MESSINA, C. D.; COOPER, M.; HAMMER, G. L. Temperature effect on transpiration response of maize plants to vapour deficit. **Environmental and Experimental Botany**, v. 78, p. 157-162, 2012. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0098847211003418>>. Acesso em: 10 abr. 2021.

YAMADA, M. et al. Effects of proline accumulation in petunias under drought stress. **Journal of Experimental Botany**, v. 56, p. 1975-1981, 2005. Disponível em:

<<https://academic.oup.com/jxb/article/56/417/1975/484439>>. Acesso em: 20 fev. 2022.

YAMAKI, S. Metabolism and accumulation of sugars translocated to fruit and their regulation. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, v. 79, n. 1, p. 1-15, 2010. Disponível em: <https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjshs1/79/1/79_1_1/_article>. Acesso em: 20 out. 2021.

WANG, X. et al. 24-Epibrassinolide-alleviated drought stress damage influences antioxidant enzymes and autophagy changes in peach (*Prunus persicae* L.) leaves. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 135, p. 30-40, 2019. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0981942818305278>>. Acesso em: 20 out. 2021.

WEAVER, D. J. Interaction of *Pseudomonas syringae* and freezing in bacterial canker on excised peach twigs. **Ecology and epidemiology**, v. 68, p. 1460-1463, 1978. Disponível em: <https://www.apsnet.org/publications/phytopathology/backissues/Documents/1978Abstracts/Phyto68_1460.htm>. Acesso em: 10 nov. 2021.

WILKINS, B. S.; EBEL, R. C.; DOZIER, W. A.; PITTS, J.; EAKES, D. J.; HIMELRICK, D. G. Field performance of Guardian™ peach rootstocks selections. **HortScience**, v. 37, n. 7, p. 1049-1052, 2002. Disponível em: <<https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/37/7/article-p1049.xml>>. Acesso em: 20 fev. 2022.

WOLF, J.; ONDRÁŠEK, NEČAS, T. Potential use of spring budding techniques in production of plum nursery trees. **Proceedings of the Latvian Academy of Sciences**, v. 73, n. 3, p. 220-225, 2019. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Jan-Wolf-5/publication/334144876_Potential_Use_of_Spring_Budding_Techniques_in_Production_of_Plum_Nursery_Trees/links/5d26f135a6fdcc2462d42f1d/Potential-Use-of-Spring-Budding-Techniques-in-Production-of-Plum-Nursery-Trees.pdf>. Acesso em: 21 fev. 2021.

YORDANOV, A. I.; TABAKOV, S. G.; KAYAMAKANOV, P. V. Propagation of some apricot clonal rootstocks and their influence on growth of nursery trees. **Acta Horticulturae**, v. 1214, p. 83-88, 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/328537149_Propagation_of_some_apricot>.

_clonal_rootstocks_and_their_influence_on_growth_of_nursery_trees>. Acesso em: 21 fev. 2022.

ZANON, L.; FALCHI, R.; SANTI, S.; VIZZOTTO, G. Sucrose transport and phloem unloading in peach fruit: potential role of two transportes localized in diferente cell types. **Physiologia Plantarum**, v. 154, n. 2, p. 179-193, 2014. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/ppl.12304>>. Acesso em: 10 fev. 2021.

ZARROUK, O.; TESTILLANO, P. S.; RISUEÑO, M. C.; MORENO, M. A.; 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. Disponível em: <<https://journals.ashs.org/jashs/view/journals/jashs/135/1/article-p9.xml>>. Acesso em: 10 mai. 2021.

ZHANG, Q.; HAN, M.; SONG, C.; SONG, X.; ZHAO, C.; LIU, H.; HIRST, P. M.; ZHANG, D. Optimizing planting density for production of high-quality apple nursery stock in China. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, v. 43, n. 1, p. 7-17, 2015. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/01140671.2014.900093>>. Acesso em: 10 mai. 2022.

ZHENG, Y.; CRAWFORD, G. W.; CHEN, X. Archaeological evidence for peach (*Prunus persica*) cultivation and domestication in China. **Plos One**, v. 9, n. 9, p. 1-9, 2014. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25192436/>>. Acesso em: 10 nov. 2021.

ZHIVONDOV, A.; VASILEV, D.; MALCHEV, S.; NACHEVA, L.; GERCEVA, P. Study on the red-leaf hybrid no. 9-205 as a rootstock for peach and nectarine cultivars. **Acta Agriculturae Serbica**, v. 43, p. 3-9, 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/323506288_Study_on_the_red-leaf_hybrid_no_9-205_as_a_rootstock_for_peach_and_nectarine_cultivars>. Acesso em: 10 mar. 2022.