

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**  
**Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal**



Dissertação

**PROPAGAÇÃO POR ESTAQUIA DE PORTA-ENXERTOS DE PESSEGUEIRO E  
AMEIXEIRA**

**Gabriela Gerhardt da Rosa**

**Pelotas, 2014**

**GABRIELA GERHARDT DA ROSA**

**PROPAGAÇÃO POR ESTAQUIA DE PORTA-ENXERTOS DE PESSEGUEIRO E  
AMEIXEIRA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal da Universidade Federal de Pelotas como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Fisiologia Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Valmor João Bianchi

Co-Orientadores: Dr. Newton Alex Mayer

Dr<sup>a</sup>. Ilisandra Zanandrea

Pelotas, 2014

**Dados de catalogação na fonte:**

Maria Beatriz Vaghetti Vieira – CRB 10/1032  
Biblioteca de Ciência & Tecnologia - UFPel

**R788p      Rosa, Gabriela Gerhardt da**

**Propagação por estaquia de porta-enxerto de pessegueiro e ameixeira / Gabriela Gerhardt da Rosa. – 91f.: il. – Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal. Universidade Federal de Pelotas. Instituto de Biologia. Pelotas, 2014. – Orientador Valmor João Bianchi; co-orientador Newton Alex Mayer e Ilisandra Zanandrea.**

**1.Biologia. 2.Fisiologia vegetal. 3.Prunus. 4.Porta-enxerto. 5.Estacas herbáceas. 6.Planta matriz. 7.Ácido indalbutirico. I.Bianchi, Valmor João. II.Mayer, Newton Alex. III. Zanandrea. IV. Título**

**Banca Examinadora:**

Dr<sup>a</sup>. Ilisandra Zanandrea (Presidente)

Dr. Sidnei Deuner

Dr. Luciano Picolotto

Dr. Moacir da Silva Rocha

**"Acredite em si próprio e  
chegará um dia em que os outros  
não terão outra escolha  
senão acreditar com você."**

**Cynthia Kersey**

**Aos meus pais Aneci e Jair, meu irmão Leonardo.  
Sem vocês nada disso seria possível.  
Obrigada por me apoiarem.  
Dedico.**

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, por abençoar e guiar minha trajetória, em todos os momentos de minha vida e principalmente nas minhas escolhas.

À Universidade Federal de Pelotas pela oportunidade de participar do programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal para a obtenção do grau de Mestre em Fisiologia Vegetal.

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

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) Clima Temperado, pela disponibilidade de material e espaço para a realização dos meus experimentos.

A todos os professores do Curso de Fisiologia Vegetal pelos conhecimentos transmitidos.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Valmor João Bianchi, pela oportunidade em ser sua orientada, pela confiança, pelos ensinamentos.

A Dr<sup>a</sup>. Ilisandra Zanandrea, pela co-orientação, contribuição, companheirismo e esforço dedicados a este trabalho, pela paciência nos ensinamentos, pela dedicação, pela amizade.

Ao Dr. Newton Alex Mayer, pela co-orientação e oportunidade da realização e desenvolvimento do meu trabalho, pelos ensinamentos.

Agradeço aos meus pais Aneci Gerda Gerhardt da Rosa e Jair Santos da Rosa pela confiança desde o primeiro passo desta jornada, ensinamentos, valores, compreensão, dedicação, incentivo. Vocês me ensinaram o verdadeiro significado da palavra amor. Muito obrigada!

Ao meu irmão Leonardo Gerhardt da Rosa, por ser meu companheiro, colega de Apartamento, amigo, pelos momentos felizes, pelo apoio, por tudo que a palavra irmão significa.

A minha amiga, tia e madrinha, Marlise Gerhardt Guerra pelo carinho, companheirismo, puxão de orelha, confiança, apoio e credibilidade. Ao meu padrinho Jair José Guerra, por acreditar e confiar em mim, me apoiar e me guiar em todos os passos da jornada acadêmica. E a todos os meus familiares, que sempre acreditaram e apostaram em mim.

Ao meu namorado William Silveira dos Santos, por estar sempre ao meu lado, pela amizade, carinho, compreensão e dedicação, pelos bons momentos, por me apoiar nas minhas escolhas.

Aos colegas do PPGFV em especial à Angelita Celente Martins e Rodrigo Fernando Eichholz, por serem mais que colegas, por se tornarem amigos.

Aos colegas do grupo Prunus, Letícia Rickes, Elsa Klumb, Cristina Weiser, Daiane Benemann, Anderson Feijó, Iran Ulguim, Luiza Fancelli, pelas preciosas ajudas na implantação e avaliação dos experimentos, pelas ajudas cotidianas na salinha de estudos, pelo companheirismo, e também pelos momentos de risos e diversão.

A todos os colegas do Laboratório de Cultura de Tecidos e Plantas (LCTP), pelas conversas, auxílios, caronas, dicas e por fazerem do laboratório um ambiente agradável.

Enfim, agradeço a todos que contribuíram direta ou indiretamente na realização deste trabalho, no meu crescimento.

Obrigada!

## RESUMO

Da Rosa, Gabriela Gerhardt. **Propagação por estaquia de porta-enxertos de pessegueiro e ameixeira.** 2014. 75f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Fisiologia Vegetal. Universidade Federal de Pelotas. RS. Brasil.

O cultivo do pessegueiro é uma das principais atividades frutícolas da região Sul do Brasil, sendo o Estado do Rio Grande do Sul o principal produtor. A produção das mudas é tradicionalmente realizada através da enxertia sobre porta-enxertos obtidos de sementes provenientes de fábricas de conservas e não possuem garantia de qualidade genética e sanitária. Devido aos problemas de segregação genética das sementes desse tipo de material utilizado, a multiplicação de porta-enxertos por estaquia é o mais indicado, pois permite a obtenção de plantas com as mesmas características genéticas da planta-matriz, além de garantir a maior uniformidade do pomar. Entretanto, a propagação destas espécies, por estaquia, necessita de controle de diversos fatores (aplicação exógena de reguladores de crescimento, época adequada para proceder a estaquia, ambiente de enraizamento, etc.) visando melhorar a formação de raízes adventícias, já que este tem sido um dos principais problemas do uso da técnica em várias espécies de *Prunus* spp. Portanto, o trabalho foi dividido em dois capítulos. No primeiro, testou-se a ontogenia dos ramos (herbáceos e semi-lenhosos) e a posição da estaca (basal e apical) e avaliou-se o enraizamento adventício em porta-enxertos de pessegueiro cv. Okinawa e Tsukuba 1 e de ameixeira cv. Julior e Mirabolano 29-C. Estacas foram preparadas com 15 cm, preservando-sedois pares de folhas inteiras, e acondicionadas em vermiculita fina sob nebulização intermitente por 50 dias. Observou-se que, tanto nas estacas herbáceas como nas semi-lenhosas, as porcentagens de enraizamento das cultivares Mirabolano 29-C, Tsukuba-1 e Okinawa foram superiores a 80%, nas estacas apicais, porém sendo sempre maior na cv. Mirabolano 29-C, a qual também apresentou maior número e massa seca das raízes. Em relação à parte aérea, 'Mirabolano 29-C' teve 96,65% de estacas brotadas, com maior número e massa seca das brotações. No segundo capítulo, avaliou-se o estado nutricional das plantas matrizes, a influência do AIB no enraizamento adventício de estacas oriundas de ramos herbáceos e semi-lenhosos de pessegueiro cv. Flordaguard e de

ameixeira cv. Genovesa e Marianna 2624. O preparo das estacas e o acondicionamento foi idêntico ao descrito anteriormente, com a diferença que se usaram dois tratamentos: controle, sem uso de AIB, e uso de AIB (2.000 mg L<sup>-1</sup>). O enraizamento das estacas herbáceas tratadas com AIB proporcionou enraizamento maior que 80% para todas as cultivares, enquanto que nas semi-lenhosas foi de 90% para 'Genovesa' e 'Marianna 2624', e de apenas 30% para 'Flordaguard'. 'Genovesa' apresentou o maior número, o comprimento e a massa seca das raízes, em todos os tratamentos, e em ambas épocas de coleta. As diferentes porcentagens de enraizamento das cultivares, podem estar relacionados aos diferentes níveis de alguns nutrientes, como Fósforo e Ferro. Os resultados obtidos neste trabalho reforçam que a nutrição das plantas matrizes e o enraizamento adventício de estacas de porta-enxertos de *Prunus* são importantes. O conhecimento sobre as variações do desenvolvimento das raízes através da utilização de diferentes técnicas e as informações aqui geradas, podem ser utilizadas na seleção de genótipos mais adequados a este tipo de propagação e finalidade, bem como para estimular a propagação vegetativa em nível comercial de genótipos selecionados para uso como porta-enxertos.

Palavras-chave: *Prunus*, Porta-enxerto, Estaca herbácea, Estaca semi-lenhosa, Ácido indolbutírico, Planta matriz.

## ABSTRACT

Da Rosa, Gabriela Gerhardt. **Propagation by cuttings of peach and plum rootstocks**. 2014. 75f. Dissertation (Master) - Post Graduate Program in Plant Physiology. Universidade Federal de Pelotas. RS. Brazil.

The cultivation of peach fruit is a major activity in Southern Brazil, RS being the main producing state. The propagation is traditionally performed by grafting on rootstocks obtained from seeds from canneries and have no guarantee of genetic and sanitary quality. Due to the problems of genetic segregation of the seeds of this kind of material used, the multiplication of rootstocks for stone fruit trees for cutting is the most appropriate because it allows the production of plants with the same genetic characteristics of the parent plant, and ensure greater uniformity of the orchard. However, the propagation of these species by cuttings, requires control of several factors (exogenous application of growth regulators, appropriate time to make cuttings, rooting environment, etc.). To improve the formation of adventitious roots, as this has been a major problem of the technique in several species of *Prunus*. Therefore, the work was divided into two experiments. At first, we evaluated the ontogeny of branches (herbaceous and semi-hardwood) and the position of the cutting (basal and apex) on the adventitious rooting peach rootstock cv. Okinawa and Tsukuba 1 and plum cv. Julior Mirabolano and 29-C. Cuttings were prepared with 15 cm and keeping two pairs of leaves after were placed in fine vermiculite and kept under intermittent fog for 50 days. It was observed that in both herbaceous and semi-hardwood cutting as the rooting of the cultivars Mirabolano 29-C, Tsukuba-1 and Okinawa were greater than 80% in the apex cuttings, but is always greater cv. Mirabolano C-29, which also had the greatest number and dry weight of roots. Regarding the shoot, 'Mirabolano 29-C' had 96.65% of sprouting, with more and greater dry mass of shoots. In the second experiment. It was evaluated the nutritional status of the parental plants, the influence of IBA on rooting of cuttings derived from herbaceous and semi-hardwood peach cv. Flordaguard and plum cv. Genoese and Marianna in 2624. The preparation of cuttings and the conditioning was the same as described above with the difference that applied two treatments: control without use of AIB, AIB and using (2.000 mg L<sup>-1</sup>). The rooting of softwood cuttings treated with

IBA was above 80% for all cultivars, while in semi-hardwood was 90% for 'Genovese' and 'Marianna 2624', and only 30% for 'Flordaguard'. 'Genovese' presented the highest number, length and dry weight of roots in all treatments and in both sampling times, different rooting cultivars may be related to different levels of some nutrients such as phosphorus and iron. The results of this study suggest that research the physiological responses and seedling development by cuttings of peach rootstocks are important because, knowledge about changes in root development through the use of different techniques and information here generated, can be used in selecting the most suitable for this type of propagation and purpose genotypes, well as to stimulate vegetative propagation of selected commercially for use as rootstock genotypes.

Keywords: *Prunus*, Rootstock, herbaceous cutting, semi-hardwood cutting, IBA, parental plants.

## LISTA DE FIGURAS

**Figura 1:** Estacas herbáceas de porta-enxertos de pessegueiro e ameixeira, mantidas em caixas plásticas contendo vermiculita por 50 dias, em casa de vegetação. A- 'Julior' Apical; B- 'Julior' Basal; C- 'Okinawa' Apical; D- 'Okinawa' Basal; E- 'Mirabolano 29-C' Apical; F- 'Mirabolano 29-C' Basal; G- 'Tsukuba 1' apical; H- 'Tsukuba 1' Basal. UFPEL, 2014.

**Figura 2:** Estacas semi-lenhosas de porta-enxertos de pessegueiro e ameixeira, mantidas em caixa plástica contendo vermiculita por 50 dias, em casa de vegetação. A- 'Julior' Apical; B- 'Julior' Basal; C- 'Okinawa' Apical; D- 'Okinawa' Basal; E- 'Mirabolano 29-C' Apical; F- 'Mirabolano 29-C' Basal; G- 'Tsukuba 1' apical; H- 'Tsukuba 1' Basal. UFPEL, 2014.

**Figura 3:** Estacas semi-lenhosas de porta-enxertos de pessegueiro e ameixeira, mantidas em caixa plástica contendo vermiculita por 50 dias, em casa de vegetação. A- 'Flordaguard' com AIB; B- 'Flordaguard' sem AIB; C- 'Genovesa' com AIB; D- 'Genovesa' sem AIB; E- 'Marianna 2624' com AIB; F- 'Marianna 2624' som AIB. UFPEL, 2014.

**Figura 4:** Estacas herbáceas de porta-enxertos de pessegueiro e ameixeira, mantidas em caixa plástica contendo vermiculita por 50 dias, em casa de vegetação. A- 'Flordaguard' com AIB; B- 'Flordaguard' sem AIB; C- 'Genovesa' com AIB; D- 'Genovesa' sem AIB; E- 'Marianna 2624' com AIB; F- 'Marianna 2624' som AIB. UFPEL, 2014.

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1:** Efeito do porta-enxerto e do tipo de estaca de pessegueiro e ameixeira na porcentagem de estacas enraizadas (EE), número de raízes por estaca (RE) e comprimento médio das três maiores raízes (CMR) quando utilizadas estacas herbáceas. UFPEL, 2014

**Tabela 2:** Massa seca das raízes em estacas herbáceas de quatro genótipos de porta-enxerto de pessegueiro e ameixeira, retiradas de diferentes posições do ramo. UFPEL, 2014.

**Tabela 3:** Efeito do porta-enxerto e do tipo de estaca de pessegueiro e ameixeira na porcentagem de estacas brotadas (ECB), número médio de brotações por estaca (NBE) e massa seca das brotações (MSB), obtidos a partir de estacas herbáceas. UFPEL, 2014.

**Tabela 4:** Efeito do porta-enxerto e do tipo de estaca de pessegueiro e ameixeira na porcentagem de estacas enraizadas (EE), número de raízes por estaca (RE), comprimento médio das três maiores raízes (CMR), massa seca das raízes (MSR), porcentagem de estacas brotadas (EB) e número de brotos por estaca (NBE), obtido a partir de estacas semi-lenhosas. UFPEL, 2014.

**Tabela 5:** Massa seca das brotações (MSB) de porta-enxertos de pessegueiro e ameixeira, em estacas semi-lenhosas retiradas de diferentes posições do ramo. UFPEL, 2014.

**Tabela 6:** Porcentagem de estacas enraizadas (EE), número médio de raízes por estaca (RE), comprimento médio das três maiores raízes (CMR) e massa seca das raízes (MSR) em estacas herbáceas tratadas ( $2000 \text{ mg L}^{-1}$ ) e não tratadas com ácido indolbutírico de três genótipos de *Prunus* spp. UFPEL, 2014.

**Tabela 7:** Número de folhas originais por estaca (NFO), porcentagem de estacas com permanência de folhas (ECF) e porcentagem total de estacas vivas (TEV) em estacas herbáceas de três genótipos de *Prunus* spp. tratadas ou não com ácido indolbutírico. UFPEL, 2014.

**Tabela 8:** Porcentagem de estacas brotadas (ECB), comprimento médio da maior brotação (CMB) e massa seca das brotações (MSB) em estacas herbáceas de pessegueiro e ameixeira. UFPEL, 2014

**Tabela 9:** Valores referentes à análise de macro e micronutrientes de folhas e estacas de porta-enxertos não tratadas com ácido indolbutírico de três genótipos de *Prunus* spp. UFPEL, 2014.

**Tabela 10:** Porcentagem de estacas enraizadas (EE), porcentagem de estacas vivas (TEV), número médio de raízes por estaca (RE), comprimento médio das três maiores raízes (CMR) e porcentagem de estacas brotadas (ECB) em estacas semi-lenhosas tratadas ( $2000 \text{ mg L}^{-1}$ ) e não tratadas com ácido indolbutírico de três genótipos de *Prunus* spp. UFPEL, 2014.

**Tabela 11:** Número de folhas originais por estaca (NFO), Porcentagem de estacas com permanência de folhas (ECF), comprimento médio da maior brotação (CMB), massa seca das brotações (MSB) e massa seca das raízes (MSR) em estacas semi-lenhosas tratadas ( $2000 \text{ mg L}^{-1}$ ) e não tratadas com ácido indolbutírico de três genótipos de *Prunus* spp. UFPEL, 2014.

## SUMÁRIO

Introdução geral.....	1
Revisão Bibliográfica.....	4
Referencias Bibliográficas.....	15

### **Capítulo 1 - Propagação de porta-enxerto de *Prunus* spp. por estaquia: efeito do genótipo, da ontogenia do ramo e tipo de estaca**

Introdução.....	24
Material e Métodos.....	25
Resultados.....	27
Discussão.....	33
Conclusão.....	38

### **.Capítulo 2 - Estado nutricional das plantas matrizes e AIB influenciam o enraizamento de estacas de *Prunus* spp.**

Introdução.....	39
Material e Métodos.....	41
Resultados.....	43
Discussão.....	56
Conclusão.....	64
Referências Bibliográficas.....	65
Considerações Finais.....	73
Anexo1.....	74
Anexo 2.....	75

## INTRODUÇÃO GERAL

A produção mundial de frutas no ano de 2012 foi de 635,54 milhões de toneladas, sendo a produção de pêsego e nectarina de 21,083 milhões de toneladas. O Brasil foi o terceiro maior produtor de frutas, com produção estimada de 38,36 milhões de toneladas, de acordo com dados da FAOSTAT [Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics (2014)].

A fruticultura é uma atividade agrícola muito importante para o Brasil, representando uma grande fatia do PIB nacional, disponibilizando muitas vagas de emprego pela alta necessidade de mão de obra. As frutas de clima temperado vem ganhando espaço cada vez maior no mercado consumidor, devido a apreciação de suas frutas como a maçã, o pêsego, a pera, a ameixa, desta forma, o interesse pelo aumento da produtividade e a produção de frutos com melhor qualidade vem aumentando, visando maior lucro ao produtor e a diminuição das importações destes frutos, uma vez que a produção nacional não consegue abastecer o mercado interno, de várias destas espécies de clima temperado, a exemplo da pêra e ameixa.

A cultura do pessegueiro é uma das principais atividades frutícolas da região Sul do Brasil que abrange o estado do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, perdendo em área plantada apenas para citros, maçã e uva (IBGE, 2014). No Brasil, o Rio Grande do Sul, em função das condições climáticas favoráveis, destaca-se como o principal produtor de pêsegos (AGRIANUAL, 2014). Dentre as regiões produtoras no Rio do Grande do Sul têm-se destacado as regiões da metade sul, metropolitana e e da Serra Gaúcha. Na região de Pelotas, há mais de cinquenta anos, a cultura do pessegueiro tem se direcionado principalmente à produção de pêsegos para atender a indústria regional de doces e conservas (ROCHA et al., 2007).

A importância desta cultura no Estado do Rio Grande do Sul contrasta com o fato de que até o momento não se utiliza porta-enxertos selecionados e adaptados às diferentes condições edafoclimáticas de cultivo, tolerantes a pragas e doenças, com capacidade de induzir à cultivar copa precocidade de produção, porte reduzido e eficiência na produção de frutas de qualidade (HOFFMANN et al., 2003).

A forma de propagação do pessegueiro na região Sul do país é, tradicionalmente, realizada através da enxertia de borbulhas sobre os porta-enxertos

obtidos a partir de sementes provenientes de fábricas de conservas, as quais não possuem garantia de qualidade genética e sanitária (TOFANELLI et al., 2001). Essa prática vem ocorrendo ao longo dos anos devido à facilidade de se obter caroços nas várias fábricas de conservas de pêssego da região, além da carência de informações mais consistentes sobre outros cultivars utilizados como porta-enxertos. Entretanto, esse método de propagação de porta-enxerto apresenta algumas desvantagens, entre as mais importantes, pode-se destacar a segregação genética, a qual poderá ocasionar perdas de características agronômicas desejáveis, desuniformidade das plantas no pomar e morte precoce das plantas (FACHINELLO, 2000; TOFANELLI et al., 2003).

Devido aos problemas de segregação genética das sementes e devido as limitações técnicas e aos custos altos da micropropagação no Brasil, o processo de multiplicação de espécies frutíferas de clima temperado por estaquia é o mais indicado, e de acordo com Fachinello et al. (2005), permite a obtenção de plantas com as mesmas características genéticas da planta matriz, em curto espaço de tempo, sendo de baixo custo e fácil execução, além de garantir a uniformidade do pomar. Sendo assim, a propagação do pessegueiro por meio de estacas, torna-se uma prática promissora com baixo custo, rapidez no processo de produção de mudas e manutenção das características agronômicas importantes.

Sob o ponto de vista do melhoramento genético, a propagação vegetativa oferece uma série de vantagens, como, por exemplo, as plantas que apresentam características desejáveis podem ser selecionadas e clonadas, em qualquer fase do programa de melhoramento genético, com expressivo ganho de tempo principalmente nas espécies de ciclo longo (ATROCH et al., 2007). A estaquia é considerada a principal técnica de propagação vegetativa de muitas culturas hortícolas, frutícolas e ornamentais. A razão principal para o seu emprego é a capacidade de reproduzir, de uma forma exata, as características genéticas de qualquer planta garantindo homogeneidade dos “descendentes” (HARTMANN et al., 2002). É, portanto, uma técnica importante do ponto de vista agrônomo, uma vez que permite a multiplicação em larga escala de uma única planta em tantas quantas a planta-mãe o permitir (MINDÉLO NETO et al., 2004; ATROCH et al., 2007; CARVALHO et al., 2007).

A necessidade de propagação de cultivares de importância econômica com valor comercial levou ao estudo de técnicas que melhorassem a formação de raízes adventícias, já que este tem sido um dos principais problemas da estaquia de porta-enxertos de *Prunus* spp., sendo o início do desenvolvimento radicular o ponto crítico da propagação vegetativa (HARTMANN et al., 2002; SMART et al., 2003; MAYER et al., 2006). A capacidade de formação de raízes, a qualidade do sistema radicular formado e o desenvolvimento posterior da planta propagada são fatores que influenciam a viabilidade deste método de propagação vegetativa (PIO et al., 2005). Do ponto de vista fisiológico, a capacidade de uma estaca emitir raiz depende das características da planta que lhe deu origem, da interação com o ambiente e de determinados fatores que se encontram presentes nos tecidos dessa estaca, assim como de substâncias produzidas nas suas folhas e gemas (BORTOLINI, 2006).

Neste contexto, a viabilidade da técnica tem aumentado com a utilização de alguns procedimentos, como o uso exógeno de reguladores de crescimento, escolha da época adequada de realização da estaquia e do adequado ambiente de enraizamento (infra-estrutura) (FACHINELLO et al., 1995). Contudo, devemos considerar o potencial genético de cada cultivar a ser utilizada, pois este é o principal fator que combinado aos demais fatores envolvidos, vai determinar o sucesso do enraizamento. Sendo assim, no presente trabalho foram conduzidos dois experimentos que tiveram como objetivo estudar a influência da ontogenia dos ramos (estaquia com ramos herbáceos e semi-lenhosos), do fator genético, do uso de reguladores de crescimento e do estado nutricional das plantas matrizes, sobre diversos parâmetros relacionados ao enraizamento de estacas das cultivares de porta-enxertos de pessegueiro 'Flordaguard', 'Okinawa', 'Tsukuba 1' e ameixeira 'Genovesa', 'Julior', 'Marianna 2624', 'Mirabolano 29-C'.

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### Pessegueiro

O pessegueiro (*Prunus persica* L. Batsch) é uma planta frutífera, de clima temperado, originário da China. No Brasil, segundo relatos históricos, essa espécie foi introduzida em 1532 por Martim Afonso de Souza, por meio de mudas trazidas da Ilha da Madeira e plantadas em São Vicente (no atual Estado de São Paulo) (EMBRAPA, 2005). A partir de meados do século XIX se pode encontrar textos que descrevem o cultivo de pessegueiros na forma de pomares, bem como o uso de equipamento apropriados para processamento das frutas.

No Rio Grande do Sul, há relatos que o naturalista francês Auguste Saint-Hilaire, durante sua visita à Pelotas, em setembro de 1820, fez menção ao cultivo de pessegueiro e outras frutíferas (BACH, 2009). Outro nome importante, que faz parte da história do pêssego no Rio Grande do Sul é Ambrósio Perret. Esse imigrante francês introduziu e testou diversas cultivares oriundas da Europa, Estados Unidos, Japão e Austrália. Seu viveiro, de mesmo nome e muito conhecido na época, iniciou suas atividades em 1887 (EMBRAPA, 2010).

Os anos 1960 marcaram a consolidação dos pomares de pêssego no Rio Grande do Sul que detém mais de 60% da produção nacional, na Região da Serra Gaúcha ou na chamada Metade Sul do Estado, que fazem parte da paisagem de extensos espaços agrícolas, explorados, predominantemente, por agricultores de base familiar (EMBRAPA, 2008).

O pêssego é uma das frutas mais apreciadas no mundo e, atualmente, a cultura ocupa o 8º lugar na produção mundial de frutas, com 21,08 milhões de toneladas produzidas, que abrange uma área de 1,5 milhões de hectares em pomares produtivos. O principal produtor é a China, responsável por 12.027.600 t, o que corresponde a 52,87% da produção mundial. A Itália ocupa a segunda posição, com 1.590.660 toneladas (correspondente a 7,85% da produção mundial), a Espanha é a terceira, com 1.134.750 toneladas (5,6% da produção mundial), os Estados Unidos esta na quarta posição, com 1.044.440 toneladas (5,15% da produção mundial) e o Brasil ocupa a décima quarta posição neste ranking [FAOSTAT - Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics (2014)].

No Brasil, a produção concentra-se na região Sul e Sudeste, pois apresentam as melhores condições climáticas para a cultura do pessegueiro, com

aproximadamente 20.000 hectares de área cultivada (IBGE, 2014). O Rio Grande do Sul foi o maior produtor nacional no período 2010-2012 com média de 131.869 toneladas, cerca de 60% da produção total do país, seguido de São Paulo com 37.000 toneladas ano<sup>-1</sup>, Minas Gerais com 20.000 toneladas ano<sup>-1</sup>, Santa Catarina com 20.000 toneladas ano<sup>-1</sup> e Paraná com 15.686 toneladas ano<sup>-1</sup> (IBGE, 2014).

O Estado do Rio Grande do Sul se destaca como maior produtor nacional, detendo aproximadamente a produção de 132.736 toneladas em 13.514 hectares. Os municípios maiores produtores no ano de 2012 foram: Pelotas, com média de 30.300 toneladas; Bento Gonçalves com 18.5560 toneladas; Canguçu com 17.500 toneladas; Farroupilha com 7.857 toneladas; Morro Redondo 5.525 toneladas (IBGE, 2014).

### **Ameixeira**

A ameixeira pertence à família Rosaceae, à subfamília Prunoidae e ao gênero *Prunus* spp., que compreende dezenas de espécies (WEINBERGER,1975).A ameixeira é uma das frutíferas de cultivo mais antigo no Brasil, não se sabendo ao certo quando foi introduzida no Brasil. Entre as regiões produtoras brasileiras, destacam-se principalmente os Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo e sul de Minas Gerais. Como espécie típica de clima temperado, a maioria das cultivares é exigente em frio no período de repouso (EMBRAPA, 2008).

Entre as frutíferas de clima temperado, a ameixeira é a que menos prosperou, devido à falta de cultivares com boa adaptação climática, problemas fitossanitários e produção de frutas com baixa qualidade. Por outro lado, consomem-se anualmente no País cerca de 50.000 toneladas da fruta, sendo 30% desse total importado principalmente do Chile e da Argentina (CASTRO, 2008).

### **Uso de porta-enxerto e suas cultivares**

O pessegueiro é a frutífera de caroço com maior expressão econômica no mundo, estando entre aquelas mais produzidas e consumidas *in natura*. Contudo, devido a problemas como a sazonalidade da produção, baixa produtividade, utilização de mudas com baixa qualidade genético-sanitária, logística e

percebibilidade das frutas, o Brasil muitas vezes acaba lançando mão de importações, afim de suprir a demanda interna (SCHMITZ et al., 2012).

A fruticultura moderna baseia-se na utilização de porta-enxertos, cujo emprego possibilita o cultivo de inúmeras cultivares e espécies nos mais diversos climas e regiões. A muda enxertada carrega todas as características desejáveis da cultivar-copa doadora da gema, o que não ocorre com mudas provenientes de sementes (SIMÃO, 1998). O estudo de porta-enxertos para a cultura do pessegueiro é recente no Brasil, enquanto nos países Europeus e nos Estados Unidos existem materiais selecionados para diversas condições de cultivo (ROCHA et al., 2007; PICOLOTTO et al., 2009)

O que justifica o uso de porta-enxertos em fruticultura é a sua influência nas características vegeto-produtivas sobre a copa, além da possibilidade de unir dois cultivars de interesse (o porta-enxerto e a cultivar-copa), em uma única planta. Inúmeras pesquisas têm sido realizadas sobre esse tema nas principais regiões produtoras mundiais, e seus resultados são utilizados para a definição de linhas de pesquisa, nos programas de melhoramento de porta-enxertos, e para a indicação segura para fruticultores e viveiristas (LORETI e MASSAI, 1999).

A utilização de porta-enxertos na cultura do pessegueiro, dentre outros fatores, visa possibilitar o cultivo em locais em que as condições edafoclimáticas e fitossanitárias sejam limitantes ao desempenho produtivo do pomar, por fatores tais como: asfixia radicular, solos infestados com fitonematóides, fungos de solo, problemas com pH do solo e situações de replantio. Contudo, ainda não existe uma indicação segura sobre quais são os melhores porta-enxertos para frutas de caroço no Brasil. Devido às seleções de porta-enxertos serem direcionadas para atender condições específicas de cultivo, não existem porta-enxertos adequados para todas as situações edafoclimáticas e cultivares copa (FACHINELLO et al., 2000; TSIPOURIDIS e THOMIDIS, 2004; RATO et al., 2008). Desta forma, a caracterização fenotípica dos cultivars em cada condição edafoclimática, bem como a sua capacidade de propagação clonal por estaquia, é muito importante para a recomendação de uso. No presente trabalho diversos cultivars foram avaliados quanto a potencial de propagação por estaquia, sendo que algumas características destes cultivars serão descritas a seguir.

## **Cultivares estudadas e suas características**

### **Pessegueiro:**

**‘Flordaguard’** - É originária, da sexta geração, de um cruzamento entre Chico 11 e *Prunus davidiana* (Carr.) Franch, C-26712. A necessidade de frio é baixa, estimada em 300 horas. Foi testado e mostrou boa adaptação nas condições de clima e solo de Pelotas, RS. Além de apresentar resistência a nematoides como *Meloidogine javanica*, *M. floridensis* e *M. incognita* raças 1 e 3, esta cultivar tem folhas avermelhadas e ramos com hábito de crescimento tipo chorão, uniformes e vigorosos, caroços não aderentes à polpa e sementes com germinação próxima a 100% (SHERMAN et al., 1995; EMBRAPA, 2005; OLMSTEAD, CHAPARRO e FERGUSON, 2012).

**‘Okinawa’**- Originária de um lote de seedlings de *Prunus persica* introduzida do Japão para o Programa de Melhoramento Genético da Universidade da Flórida (SHARPE, 1957). Este porta-enxerto é resistente ao nematóide de galhas, entretanto, mostrou-se suscetível à raça 3 de *Meloidogyne incognita*. Produz, abundantemente, pêssegos que são de polpa branca e que racham na linha da sutura quando maduros. A exigência de frio é baixa, estimada em 100 horas, sendo o ciclo da floração à maturação de, aproximadamente, 120 dias. Uma das desvantagens deste porta-enxerto é a produção de caroços com sementes duplas (FACHINELLO, 2000; EMBRAPA, 2005).

**‘Tsukuba 1’** - Este porta-enxerto foi criado pelo Instituto Nacional de Ciências de Fruteiras do Japão em 1993, é representado por uma série cuja numeração vai de 1 a 10. As plantas têm folhas de coloração avermelhada, florescimento precoce. As cultivares copa enxertadas sobre Tsukuba resultam em plantas vigorosas, resistentes aos nematóides *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *M. mali* (ROSSI et al., 2002; ROCHA et al., 2007).

### **Ameixeira:**

**‘Genovesa’** - Este acesso pertence à espécie *P. salicina* e encontra-se na "Coleção Porta-enxerto de *Prunus*" da Embrapa Clima Temperado com o objetivo de ampliar a variabilidade genética de acessos dentro do gênero *Prunus* spp. Não é conhecida a

existência de informações na literatura mencionando o uso deste acesso como porta-enxerto de pessegueiro.

**‘Julior’** - É um porta-enxerto de ameixeira, híbrido entre ‘Saint Julien’(*P. insititia*) e ‘Persshore’(*P. domestica*), selecionado na Estação Francesa de La Grande Ferrade (França), e apresenta como principais características porte vigoroso e indução de precocidade na produção das plantas enxertadas (FELIPE, 1994).

**‘Marianna 2624’** - É um porta-enxerto de ameixeira, originado do cruzamento entre *P. cerasifera* x *P. munsoniana*, introduzido no Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado em Pelotas, RS. Suas principais características é a resistência a *Meloidogyne incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* e *M. hapla*; resistência ao Tomato Ringspot Vírus (TmRSV); moderadamente resistente à *Phytophthora cactorum* (LAYNE 1987; DI VITO et al. 2002; BECKMAN e LANG, 2003).

**‘Mirabolano 29-C’**- Este é um porta-enxerto de ameixeira, *Prunus cerasifera*, apresenta fácil adaptação a vários tipos de solo, incluído os úmidos, porém não é muito tolerante a solos pesados, é uma plantadiploide advindo de melhoramento genético e apresenta características agrônômicas desejáveis, expressando resistência a nematoides causadores de galhas, *Meloidogyne* spp. Os acessos ‘P-2175’ e ‘P-2980’ desta cultivar, apresentaram resistência a várias espécies de nematoides como *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* and *M. floridensis*, por possuírem a gene *Ma* que confere resistência ampla e durável, não sendo afetada por característica adversa do ambiente. Também apresenta resistência moderada à *Phytophthora cactorum*, que causa a podridão da coroa, bem como infecções foliares e no fruto (LAYNE, 1987; ESMENJAUD et al., 2009).

### **Propagação pelo método da estaquia**

A estaquia é um método de propagação vegetativa que consiste em destacar de uma planta matriz um órgão, ramo, folha ou raiz e colocá-los em meio adequado para enraizamento e desenvolvimento da parte aérea (XAVIER, 2002). Os métodos de estaquia são aplicados, de um modo geral, para a multiplicação de variedades ou espécies que possuem aptidão para emitir raízes adventícias,

produção de porta-enxerto e perpetuação de novas variedades oriundas de processos de melhoramento genético, permitem, ainda, a manutenção das características da planta-mãe, a redução da fase juvenil e a combinação de clones (FACHINELLO et al., 1995).

A metodologia da propagação por estaquia constitui-se em quatro fases, inicia-se com a produção de brotos, seguida da preparação da estaca e do meio de crescimento, em terceiro o enraizamento e por fim a aclimação das mudas (FACHINELLO et al., 2005). Segundo estes mesmos autores, as fases mais importantes são o enraizamento e a produção de brotos, sendo que quando as estacas não enraízam estão fora do processo, assim como plantas que não rebrotam; se enraízam ou produzem brotos com dificuldade, onde a quantidade de mudas que se pode obter é pequena, o que dificulta o uso em escala comercial.

A grande vantagem desta técnica é o ganho genético obtido em um curto período, com a implantação de povoamentos a partir de indivíduos selecionados, com algumas vantagens em relação a outros métodos, como a rapidez, a simplicidade (não necessita técnicas especiais), com o baixo custo em geral, proporcionando maior uniformidade e maior número de plantas por matriz (HIGASHI et al., 2000). Devemos considerar que para a propagação por estaquia ser bem sucedida há a necessidade de um ambiente com infraestrutura adequada, para isso, se faz necessário um investimento inicial mais elevado do que os gastos gerados para a produção das mudas. A adequação do ambiente para a propagação, facilitando o manejo, e permite a produção de mudas em concordância com os órgãos de fiscalização (FERRARI, GROSSI e WENDLING, 2004). Comparativamente a outras técnicas de propagação vegetativa, a viabilidade do uso da estaquia na propagação comercial, segundo Fachinello, Hoffman e Nachtigal (2005), depende da facilidade de enraizamento da espécie, da qualidade do sistema radicular formado e do desenvolvimento posterior da planta. E isto está diretamente ligado a diversos fatores intrínsecos à planta e às condições ambientais.

Portanto, entender a relação entre os fatores que afetam o enraizamento das estacas é fundamental para o desenvolvimento de uma nova muda pela estaquia. Esses fatores podem ser classificados como endógenos e exógenos e estão apresentados nos itens a seguir.

### **Fatores que afetam o enraizamento das estacas**

- Potencial genético da espécie, e condições fisiológicas da planta matriz

As espécies de acordo com a sua habilidade de enraizar podem ser: espécies de difícil enraizamento; espécies com respostas crescentes ao enraizamento quando são proporcionadas condições adequadas e espécies de difícil enraizamento, com pequena ou nenhuma resposta aos estímulos para enraizamento (XAVIER, WENDLING e SILVA, 2009). Fachinello et al. (1995) enfatiza a importância da interação dos diversos fatores e não apenas do potencial genético. Para Xavier (2002), as condições de crescimento da planta matriz influenciam fortemente a habilidade de enraizamento das estacas, uma vez que no transcorrer do seu desenvolvimento, as plantas lenhosas sofrem mudanças morfológicas e fisiológicas que influenciam seus hábitos de crescimento, vigor, entre outras, conhecidas como mudança da fase juvenil para a adulta.

O estado fisiológico da planta matriz também varia de acordo com a cultivar e as condições ambientais locais (XAVIER, 2002). Um dos maiores problemas relacionados à estaquia, consiste na obtenção de ramos com boa capacidade de enraizamento, determinado em grande parte pelo grau de juvenilidade das brotações que serão utilizadas no processo (FERRARI, GROSSI e WENDLING, 2004). Para vários autores, os ramos jovens e os vigorosos em desenvolvimento ativo devem ser as principais fontes de estacas, pois estão em pleno crescimento, com grande emissão de gemas e folhas jovens, tornando-se importantes fontes de auxinas endógenas, além de apresentarem menor grau de lignificação e, conseqüentemente, menor probabilidade de barreiras anatômicas que podem interferir negativamente para a formação de raízes adventícias, facilitando a emissão dos mesmos (KERSTEN, TAVARES e NACHTIGAL, 1994; HARTMANN et al., 2002).

Estudos mostram que o enraizamento varia com a espécie e com o material propagativo, como por exemplo, Sulusoglu e Cavusoglu (2010), ao avaliar estacas semi-lenhosas de cerejeira (*Prunus laurocerasus* L.) sem a utilização de auxina exógena, verificaram que as mesmas apresentaram porcentagem média de 54% de enraizamento. Por outro lado, Tofanelliet al. (2002), trabalhando com estacas semi-lenhosas de pessegueiro, sem a utilização de auxina exógena, observaram um potencial de enraizamento praticamente nulo (0,68%). Em estacas semi-lenhosas de

ameixeira (*P. cerasifera*), não tratadas com regulador de crescimento, Canli e Bozkurt(2009) obtiveram apenas 10,8% de enraizamento.

- Nutrição mineral

A nutrição mineral pode influenciar o enraizamento das estacas de formas distintas, primeiramente podemos considerar o vigor vegetativo da planta matriz, da qual se coletam os ramos, e o vigor dos ramos pode ser estimulado não só pelo estado nutricional mas também através da poda drástica de inverno (XAVIER, WENDLING e SILVA, 2009), alterando não só a relação C/N, mas a relação parte aérea/raiz da planta. Neste contexto, é possível observar que estacas colhidas de uma mesma planta matriz e submetidas aos mesmos tratamentos respondem diferentemente quanto à taxa de enraizamento; estas respostas variam em função das diferentes épocas do ano e do estado nutricional do ramo coletado (ROSA, 2006), sendo este um fator determinante para o sucesso do enraizamento desejado.

Nesse contexto, o estado nutricional da planta matriz que fornecerá os propágulos para o enraizamento determinará a quantidade de carboidratos, elementos minerais, auxinas, entre outros compostos metabólicos, fundamentais a iniciação radical e a velocidade com que esta ocorre (MALAVASI, 1994; HIGASHI et al., 2004; CUNHA et al., 2009). Sendo assim, especial atenção deve ser dada à nutrição da planta matriz, visando atender às exigências nutricionais requeridas no processo de rizogênese adventícia.

No que se refere especificamente aos nutrientes minerais, estes possuem funções essenciais e específicas no metabolismo vegetal, podendo agir como constituintes da estrutura orgânica, ativadores de reações enzimáticas e osmorreguladores (MARSCHNER, 1995). Dessa forma, a nutrição mineral é considerada fator chave que afeta a predisposição ao enraizamento adventício devido ao seu envolvimento na determinação de respostas morfogenéticas das plantas, como a formação de raízes laterais e a modulação do comprimento e densidade das raízes (ASSIS et al., 2004).

Podemos, desta forma, ressaltar algumas características conhecidas de nutrientes minerais como o Nitrogênio (N) que é essencial para a síntese de das proteínas, dos ácidos nucleicos e muitos outros constituintes celulares, incluindo a membrana; o Fósforo (P) que participa na composição e síntese de DNA e RNA,

além de atuar na estabilidade da membrana; o Potássio (K) que atua em processos fisiológicos como a regulação da abertura e fechamento dos estômatos, transporte e armazenamento de carboidratos, síntese de proteínas e síntese de amido nas folhas (SCHAWAMBACH et al., 2005; TSAY et al., 2011); o Cálcio (Ca) que é requerido na divisão celular, na formação da lamela média, no processo de alongamento das raízes e na parede celular; o Magnésio (Mg) que atua na ativação de enzimas envolvidas na respiração, fotossíntese e na síntese de DNA e RNA (MARSCHNER, 1995; TAIZ e ZEIGER, 2013); o Ferro (Fe) que participa da biossíntese de enzimas com grupamento heme (tais como peroxidases, citocromo oxidase e catalase); o Manganês (Mn) que auxilia na regulação de enzimas que oxidam AIA, como peroxidases com ação AIA oxidase; o Zinco (Zn) que está envolvido no metabolismo de N e na síntese de triptofano (precursor de AIA) (KIRKBY e RÖMHELD, 2007).

De maneira geral, ainda faltam informações sobre a influência de determinados elementos minerais no processo de enraizamento de estacas. No entanto, um bom estado nutricional da planta matriz, que seja vigorosa e sadia, podem garantir uma produção dos propágulos vegetativos com qualidade, fator este importante para que a estaca tenha condições para completar o processo de enraizamento durante o período de permanência no ambiente de enraizamento. Portanto, a nutrição deve ser estipulada em função das necessidades de cada espécie (MALAVASI, 1994; SCHAWAMBACH et al., 2005).

- Tipo de estaca

A propagação por estaca caular é constituída por segmento de um ramo com gemas apicais e/ou laterais, podendo ser classificadas quanto à consistência e o grau de lignificação dos tecidos em: estacas herbáceas (quando não possuem tecidos lignificados), semi-lenhosas ou semi-herbáceas (quando coletadas no início da lignificação) e lenhosas (com tecidos lignificados). Em relação à posição ocupada no ramo de origem, as estacas podem ser apicais, medianas ou basais. Existem diferenças marcantes na composição química da base ao ápice dos ramos, assim como em relação à consistência e lignificação dos tecidos, com variações na formação de raízes em estacas, podendo os resultados variarem de espécie para espécie (HARTMANN e KESTER, 1997; LIMA et al., 2006).

Utilizando estacas lenhosas retiradas de posições diferentes dos ramos do porta-enxerto de cerejeira 'Gisela 5', Exadaktylou et al. (2009) verificaram que a porcentagem de enraizamento de estacas apicais foi 10% maior que as estacas retiradas da porção mediana do ramo, utilizando  $1.000 \text{ mg L}^{-1}$  de AIB. Em estacas de aceroleira, retiradas de partes distintas dos ramos e tratadas com  $2.000 \text{ mg L}^{-1}$  de AIB, Lima et al., (2006) obtiveram a maior porcentagem de enraizamento (83,33%) quando as estacas foram retiradas da posição apical, seguida pelas estacas retiradas da parte mediana (63,33%) do ramo.

De acordo com Cardoso et al. (2011) ramos com menor grau de lignificação, como é o caso daqueles colhidos da posição apical, apresentam melhores condições fisiológicas para a emissão de raízes adventícias, além de que a posição das estacas na planta pode diferenciar quanto ao conteúdo de auxinas, importantes na rizogênese adventícia.

- Reguladores de crescimento

A formação de raízes adventícias em estacas, segundo Hartmann et al. (1997), envolve a ação de vários fitohormônios, como auxinas, citocininas, giberelinas e etileno. As auxinas são as substâncias mais importantes, que desempenham maiores funções no enraizamento das estacas. Entre as principais funções biológicas das auxinas, pode-se citar o crescimento de órgãos, especialmente as raízes.

A auxina de presença natural ácido indol-3-acético (AIA), é sintetizada principalmente em gemas apicais e em folhas jovens e, de maneira geral, move-se através da planta, do ápice para a base. Sendo assim, de acordo com Iritani e Soares (1982), a presença de folhas em estacas é importante em virtude da produção de auxinas e de outras substâncias que atuam no enraizamento, principalmente, na velocidade do processo e no número de raízes formadas. De acordo com Hartmann e Kester (1997), as auxinas são sintetizadas no meristema apical e em folhas jovens, este hormônio tem a função de estimular a divisão celular, modificações da parede celular e estimular a atividades das enzimas.

Sabendo que existem espécies cujas estacas não enraízam bem em condições naturais, Biasi (1996) e Fachinello et al. (1995) destacam que o uso de reguladores de crescimento exógenos torna-se uma importante técnica auxiliar para

proporcionar melhoria no enraizamento das estacas. Sendo assim, a viabilidade da produção de mudas via estaquia tende a aumentar com o uso de reguladores vegetais. Xavier, Wendling e Silva (2009) relatam que os ganhos advindos da aplicação dos reguladores de crescimento têm sido mais frequentes em materiais com maior dificuldade de enraizamento, seja por questões genéticas ou em função do estágio de maturação dos propágulos.

O uso dessas substâncias diminui o tempo de permanência da estaca no leito de enraizamento, acelerando assim o tempo de formação da muda (ALVARENGA e CARVALHO, 1983). As mudas com melhor sistema radicular terão maiores chances de sobrevivência e desenvolvimento mais vigoroso e rápido, proporcionando melhor ancoragem quando transplantadas para o campo, o que diminui a perda por mortalidade (REIS et al., 2000).

Dentre as auxinas sintéticas mais conhecidas e utilizadas no enraizamento de estacas, Paiva e Gomes (2001), citam as seguintes: ácido indolacético (AIA), ácido indol-butírico (AIB), ácido naftaleno acético (ANA) e o 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D). Segundo vários autores Alvarenga e Carvalho (1983); Paiva e Gomes (2001); Hartmann et al., (2002), o AIB é provavelmente o melhor regulador vegetal de uso geral, porque não é tóxico para a maioria das plantas, mesmo em altas concentrações, é bastante efetivo para um grande número de espécies e relativamente estável, sendo pouco suscetível à ação dos sistemas de enzimas de degradação de auxinas.

A concentração hormonal necessária é variável para cada espécie, clone, estado de maturação do propágulo e forma de aplicação, que pode ser utilizada via solução alcoólica, ou então na forma em pó, misturado a talco, sendo a forma líquida a mais uniforme e por isso pode resultar em dados mais consistentes (BLAZICH, 1988; DOLE e WILKINS, 1999). Entretanto, Alvarenga e Carvalho (1983) destacam que diferentes respostas podem ocorrer devido às raízes serem muito sensíveis a essas substâncias, logo, qualquer acréscimo, além do necessário, pode se tornar inibitório à formação de raízes adventícias.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL- **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: Instituto FNP, 2014.

ALVARENGA, L. R.; CARVALHO, V. D. Uso de substâncias promotoras de enraizamento de estacas frutíferas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.9, p.47-55, 1983.

ASSIS, T.F.; FETT-NETO, A.G.; ALFENAS, A.C. Current techniques and prospects for the clonal propagation of hardwood with emphasis on Eucalyptus. In: Walter, c.; carson, m. (Ed.) Plantation forest biotechnology for the 21<sup>o</sup> century. **Research Sign Post**, New Delhi, v.1, p.303-333, 2004.

ATROCH, A.L., CRAVO, M.S., SANTOS, J.A. Enraizamento de estacas de clones de guaranazeiro tratados com ácido indol-3-butírico (AIB). **Revista de Ciências Agrárias**, Recife, v.47, p.103-111, 2007.

BACH, A. N. O patrimônio industrial rural: as fábricas de compotas de pêssego em Pelotas. 2009. 202f. **Dissertação** (Mestrado). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, Brasil.

BECKMAN, T.G.; LANG, G.A. Rootstock breeding for stone fruits. **Acta Horticulturae**, Belgium v.622, p.531-550, 2003.

BIASI, L. A.; POMMER, C. V.; PINO, P. A. G. S. Propagação de porta-enxertos de videira mediante estaquia semi-lenhosa. **Bragantia**, Campinas, v.56, p.367-376, 1997.

BLAZICH, F.A. Mineral nutrition and adventitious rooting. In: DAVIES, T.D.; HAISSING, B.E.; SANKHLA, N. (Ed.) **Adventitious root formation in cutting**. Portland, 1988. p.61-69 (Advances in Plant Sciences Series, 2). p.61-69.

BORTOLINI, M.F. Uso de ácido indol butírico na estaquia de *Tibouchina sellowiana* (Cham.) Cogn. 2006. 85f. **Dissertação** (mestrado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil.

CANLI, F.A. e BOZKURT, S. Effects of Indolebutyric Acid on Adventitious Root Formation from semi-hardwood cuttings of ' Sarierik' plum. **Journal of Applied Biological Sciences**, Turkey, v.3, p.45-48. 2009.

CARDOSO, C.; YAMAMOTO, L.Y.; PRETI, E.A.; ASSIS, A.M.; NEVES CSVJ e ROBERTO, S.R. AIB e substratos no enraizamento de estacas de pessegueiro 'Okinawa' coletadas no outono. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.32, p.1307-1314, 2011.

CARVALHO, R.I.N., SILVA, I.D., FAQUIM, R. Enraizamento de miniestacas herbáceas de maracujazeiro amarelo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.28, p.387-392, 2007.

CASTRO, L.A.S. Perspectivas de cultivo da ameixeira. **Jornal da Fruta**. EMBRAPA Clima Temperado, Pelotas. p.24. 2008.

CUNHA, A.C.M.C.M.; PAIVA, H.N.; XAVIER, A. OTONI, W.C. Papel da nutrição mineral na formação de raízes advenicias em plantas lenhosas. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v.58, p.35-47, 2009.

DI VITO, M.; BATTISTINI, A.; CATALANO, L. Response of *Prunus* rootstocks to root-knot (*Meloidogyne* spp.) and root-lesion (*Pratylenchus vulnus*) nematodes. **Acta Horticulturae**, Belgium, v.592, p.663-668, 2002.

DOLE, J.M.; WILKINS, H.F. **Floriculture: Principles and Species**. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey. 1999.

EMBRAPA Clima Temperado. Sistemas de Produção, 18. **Sistema de produção de material propagativo de pessegueiro com alta sanidade**. Pelotas, Versão Eletrônica, 2010.

EMBRAPA Clima Temperado. **Aspectos da produção e mercado do pêsego no Brasil**. Circular Técnica 80. ISSN 1981-5999, Pelotas. Versão Eletrônica, 2008.

EMBRAPA Clima Temperado. **Ameixeira: Histórico e Perspectivas de Cultivo**. Circular técnica 70. ISSN 1981-5999, Pelotas. Versão Eletrônica, 2008.

EMBRAPA Clima Temperado. **O Cultivo do Pêssego**. Sistemas de Produção, 4. ISSN 1806-9207. Versão Eletrônica, Pelotas. 2005.

ESMENJAUD, D.; VOISIN, R.; VAN GHELDER, C.; BOSSELUT, N. LAFARGUE, B. DI VITO, M. DIRLEWANGER, E. POESSEL, J.L.; KLEINHENTZ, M. Genetic dissection of resistance to root-knot nematodes *Meloidogyne* spp. in plum, peach, almond, and apricot from various segregating interspecific *Prunus* progenies. **Tree Genetics and Genomes**, USA, v.5, p.279-289, 2009.

EXADAKTYLOU, E.; THOMIDIS, T.; GROUT, B.; ZAKYNTHINOS, G. E TSIPOURIDIS, C. Methods to improve the rooting of hardwood cutting of 'Gisela 5' cherry rootstock. **HortTechnology**, USA, v.2, p.254-259, 2009.

FACHINELLO, J. C; HOFFMANN, A.; NACHTGAL, J. C.; KERSTEN, E. Propagação vegetativa por estaquia. In: FACHINELLO, J. C. et al. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, p.69-109, 2005.

FACHINELLO, J.C. Problemática das mudas de plantas frutíferas caroço. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL FRUTAS CAROÇO: PÊSSEGOS, NECTARINAS E AMEIXAS, 1., 2000, Porto Alegre. **Anais**. Porto Alegre: UFRGS, p.25-40, 2000.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E.; FORTES, G. R. L. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. Pelotas, p.179, 1995.

FAOSTAT, 2010. **Food and Agriculture Organization of the United Nations Agricultural statistics**. Banco de dados. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>>. Acesso em: 28 de junho de 2014.

FELIPE, A.J. Portainjertos para duraznero y ciruelo. In: **Curso Internacional de Frutales de Carozo**. Rio Negro, p.1-50. 1994.

FERRARI, M. P.; GROSSI, F.; WENDLING, I. **Propagação vegetativa de espécies florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, p.22, 2004.

HARTMANN, H.T., KESTER, D.E., DAVIS JR, F.T., Geneve. R.L. **Plant Propagation: principles and practices**. 6th ed. Prentice-Hall, New Jersey,735p., 1997.

HARTMANN, H.T., KESTER, D.E., DAVIS JR, F.T., Geneve. R.L. **Plant Propagation: principles and practices**. 7th ed. Prentice-Hall, New Jersey,880p., 2002.

HIGASHI, E.N.; SILVEIRA, R.L.V.A.; FIRME, D.J.; LEITE. F.P.; GONÇALVES, A.N. Influencia do estado nutricional da minitouça no enraizamento de miniestacas de Eucalyptus spp. In: REUNIÃO DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 25, Santa Maria, 2000. **ANAIS....** Santa Maria: SBCS/SBM, 2000. CD-ROM.

HIGASHI, E.N.; SILVEIRA, R.L.V.A.; GONÇALVES, A.N. **Nutritional monitoring and fertilization in clonal macro, mini and microgarden**. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETI, V. (Eds.). Forest nutrition and fertilization. Piracicaba: IPEF, 2004, p. 195-221.

IBGE. **Banco de dados**. Acessado em 13 jun. 2014. Online. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=rsetema=lavourapermanente2011>

IRITANI, C.; SOARES, R. V. Indução do enraizamento de estacas de *Araucaria angustifolia* através da aplicação de reguladores de crescimento. In: CONGRESSO FLORESTALBRASILEIRO, **Anais...**, Belo Horizonte, p.313-317, 1982.

KERSTEN, E.; TAVARES, M.S.W.; NACHTIGAL, J.C. Influência do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de ameixeira (*Prunus salicina*, Lindl.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.16, p.215-222, 1994.

KIRKBY, E.A.; RÖMHELD, V. Micronutrientes na fisiologia de plantas: funções na absorção e mobilidade. Encarte técnico: Informações Agronômicas. **International Plant Institute**, Miami, n.118, p.24, 2007.

LAYNE, R.E.C.; CARLSON, R.F Peach rootstocks. In: CD ROM. **Rootstocks for fruit crops**. p.185-216, 1987.

LIMA, A.C.S.; ALMEIDA, F.A.C.; ALMEIDA, F.C.G. Estudos sobre o enraizamento de estacas de acerola (*Malpighia glabra* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.14, p.7-13, 1992.

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

MALAVASI, U.C. Macropropagação vegetativa de coníferas - perspectivas biológicas e operacionais. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v.1, p.131-135, 1994.

MAYER, J.L.S., BIASI, L.A., BONA, C. Capacidade de enraizamento de estacas de quatro cultivares de *Vitis* L. (Vitaceae) relacionada com os aspectos anatômicos. **ActaBotanica Brasilica**, Belo Horizonte, v.20, p.563-568, 2006.

MINDÉLLO NETO, U.R., BALBINOT JR., A.A., HIRANO, E. Efeito do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas herbáceas de dois porta-enxertos de pessegueiro. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.10, p.433-437, 2004.

OLMSTEAD, M.; CHAPARRO, J; FERGUSON, J. **Rootstocks for Florida Stone Fruit**. Documento HS1110, Horticultural Sciences Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, Florida, 2012. Disponível em <http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/HS/HS36600.pdf> .

PAIVA, H. N.; GOMES, J. M. **Propagação vegetativa de espécies florestais**. Série Cadernos Didáticos Viçosa, n.83, 2001.

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

PIO, R.; BASTOS, D.C.; BERTI, A.J.; FILHO, J.A.S.; FILHO, F.A.A.M., ENTELMANN, F.A.; ALVES, A.S.R.; NETO, J.E.B. Enraizamento de diferentes tipos de estacas de oliveira (*Olea europaea* L.) utilizando ácido indolbutírico. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, p.562-567, 2005.

RATO, A.E.; AGULHEIRO, A.C.; BARROSO, J.M.; RIQUELME, A.F. Soil and rootstock influence on fruit quality of plums (*Prunus domestica* L.). **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.118, p.218-222, 2008.

REIS, J. M. R. Efeito do estiolamento e do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas do porta-enxerto *Pyrus calleryana* Dcne. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 24, p. 931-938, 2000.

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

ROSA, L.S. da Adubação nitrogenada e substratos na minieestaquia de *Eucalyptus dunnii* Maiden. 2006. 89f. **Dissertação (mestrado)** - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR. Brasil.

ROSSI, C.E.; FERRAZ, L.C.C.B.; MONTALDI, P.T. Resistência de frutíferas de clima subtropical e temperado a *Meloidogyne incognita* raça 2 e *M. javanica*. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.69, p.43-49, 2002.

SHARPE, R.H. Okinawa peach shows promising resistance to root-knot nematodes. **Florida State of Horticultural Society**, Florida, p.320-322, 1957.

SHERMAN, W.B. ;LYRENE, P.M.; SHARPE, R.H. Flordaguard Peach Rootstocks. **HortScience**, USA, v.26, p.427, 1991.

SMART, D.R., KOCSIS, L., WALKER, M.A., STOCKERT, C. Dormant buds and adventitious root formation by *Vitis* and other woody plants. **Journal of Plant Growth Regulation**, USA, v.21, p.296-314, 2003.

SCHAWAMBACH, J.; FADANELLI, C.; FETT-NETO, A.G. Mineral nutrition and adventitious rooting in microcutting of *Eucalyptus globulus*. **Tree Physiology**, USA, v.25, p.487-494, 2005.

SCHIMITZ, J.D.; BIANCHI, V.J.; PASA, M.S.; KULKAMP, A.L. e FACHINELLO, J.C. Vigor e produtividade do pessegueiro 'Chimarrita' sobre diferentes porta-enxertos. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.18, p.01-10, 2012.

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

SULUSOGLU, M.; CAVUSOGLU, A. Vegetative propagation of Cherry laurei (*Prunus laurocerasus* L.) using semi-hardwood cuttings. **African journal of Agricultural Research**, South Africa, v.5, p.3196-3202, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. (5<sup>o</sup> Ed.) Porto Alegre: Artmed, p. 561-564 2013.

TOFANELLI, M.B.D. et al. Uso do ácido indolbutírico na propagação de cultivares-copa de ameixeira através de estacas lenhosas. **Científica Rural**, Bagé, v.6, p.115-121, 2001.

TOFANELLI, M.B.D. et al. Enraizamento de estacas lenhosas e semi-lenhosas de cultivares de ameixeira com várias concentrações de ácido indolbutírico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, p.509-513, 2002.

TOFANELLI, M.; RODRIGUES, J.; ONO, E. Rooting of peach cv. 'Okinawa' hardwood cuttings at different stem diameters, substrates, and pots. **Ciencia Rural**, Santa Maria, n.33, p.437-442, 2003.

TSAY, Y-F; HO, C-H; CHEN, H-Y; LIN, S-Y. Integration of Nitrogen and Potassium Signaling. **Annual Review Plant of Biology**, USA, v.62, p.207-26, 2011.

TSIPOURIDIS, G.; THOMIDIS, T.; BLADENOPOULOU, S. Seasonal variation in sprouting of GF677 peach x almond (*Prunus persica* x *Prunus aygdalus*) hybrid root cuttings. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, New Zealand, v.34, p.45-50, 2006.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. **Silvicultura Clonal (Princípios e Técnicas)**. Viçosa, p.272, 2009.

XAVIER, A. **Silvicultura clonal I: Princípios e técnicas de propagação vegetativa**. (Caderno didático, 92), Viçosa, p.64, 2002.

WEINBERGER, J.H. Plums.In: JANICK, J.; MOORE, J. N. (Ed.). **Advances in fruit breeding**. West Lafayette: Purdue University, p.336 - 347. 1975.

## CAPÍTULO 1

### **Propagação de porta-enxertos de *Prunus* spp. por estaquia: efeito da cultivar, da ontogenia do ramo e do tipo de estaca**

#### **INTRODUÇÃO**

No Brasil, embora não existam dados oficiais sobre a quantidade de mudas de Prunóideas produzidas anualmente, estima-se que são produzidas, pelo menos, 2,5 milhões de mudas de pessegueiro, nectarineira e ameixeira (MAYER e ANTUNES, 2010). Apesar da importância econômica do setor de viveiros para a persicultura brasileira, na produção dos porta-enxertos o sistema predominante ainda é o uso de sementes, o que promove variabilidade genética e diferenças de vigor e de comportamento entre as plantas nos futuros pomares.

Na fruticultura moderna o uso de mudas com padrão de qualidade genética e sanitária se constitui a base do pomar. Diversos trabalhos tem comprovado a importância da escolha do porta-enxerto devido a sua influência sobre o vigor da planta, qualidade do fruto e produtividade do pomar (RIBAS et al., 2007; ROCHA et al., 2007; PICOLOTTO et al., 2009; SCHIMITZ et al., 2012). Entretanto na região sul do Rio Grande do Sul, principal polo produtor de frutas e mudas de Prunáceas, alguns fatores ainda limitam a produção de mudas com qualidade genética e a produtividade dos pomares, e dentre eles se destaca a forma de propagação dos porta-enxertos utilizados na produção das mudas (FACHINELLO et al., 2000; SCHIMITZ et al., 2012).

No RS, a obtenção dos porta-enxertos é realizada na sua grande maioria a partir de caroços de cultivares-copa obtidos nas indústrias de conserva, sendo que os seedlings obtidos (futuros porta-enxertos) não atendem às exigências mínimas de qualidade, devido à mistura varietal (ROCHA et al., 2007; SCHIMITZ et al., 2012), resultando em problemas relacionados às diferentes reações das plantas a patógenos do solo e a estresses abióticos, desuniformidade de plantas e a redução da vida útil dos pomares (TOFANELLI et al., 2002; MAYER et al., 2005; MAYER e ANTUNES, 2010), uma vez que as cultivares-copa foram selecionadas em função da produção e da qualidade de seus frutos, e não para a obtenção de porta-enxerto (MAYER e ANTUNES, 2010).

Nesse contexto, a propagação de porta-enxertos pela técnica de estaca tem como vantagens a facilidade de execução e redução do tempo necessário à produção da muda, evitando a variabilidade genética (TOFANELLI et al., 2002; MINDELLO NETO, 2006). No Brasil, esta técnica vem sendo estudada há vários anos na cultura do pessegueiro, no entanto, a baixa taxa de enraizamento para as cultivares e condições testadas tem sido limitantes para uso em nível comercial (TOFANELLI et al., 2002 e 2003). Segundo Hoffmann et al. (2003), este cenário está associado à necessidade de investimento em infraestrutura para propagação, visando melhorar as taxas de enraizamento, sobrevivência e crescimento rápido dos porta-enxertos para a realização de enxertia, que compensem a substituição do porta-enxerto obtido por sementes.

Além das características genéticas da cultivar, a capacidade de uma estaca emitir raízes é função das condições ambientais proporcionadas ao enraizamento e de fatores endógenos da estaca, relacionados ao estado nutricional da planta matriz, quantidade de carboidratos e reguladores de crescimento, fundamentais à indução e ao crescimento das raízes (HARTMANN et al., 2002; OLIVEIRA et al., 2012).

O tipo de estaca a ser utilizado na produção de mudas também influencia o enraizamento e varia com a espécie e a cultivar. Como a composição química do tecido varia, estacas provenientes de diferentes porções do ramo tendem a diferir quanto ao potencial de enraizamento (HARTMANN et al., 2002). Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da ontogenia dos ramos (herbáceo e semi-lenhoso) e o tipo de estaca (basal e apical) no enraizamento adventício de estacas dos porta-enxertos de pessegueiro 'Okinawa', 'Tsukuba-1', e de ameixeira 'Julior' e 'Mirabolano 29-C'.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi conduzido em estufa agrícola, utilizando material vegetal proveniente de plantas matrizes da "Coleção porta-enxerto de *Prunus*", da Embrapa Clima Temperado, mantida em condição de campo e sem irrigação.

Para os experimentos foram utilizadas as seguintes cultivares de porta-enxerto: 'Okinawa' e 'Tsukuba-1' [*Prunus persica* (L.) Batsch], 'Mirabolano 29-C' (*P. cerasifera* Earh) e 'Julior' (*P. insititia* x *P. domestica*). As plantas matrizes foram submetidas à poda drástica de inverno de 2012, cortando-se todas as pernadas a

uma altura entre 1m e 1,2m, objetivando estimular intensa, vigorosa e padronizada brotação.

No mês de novembro de 2012, realizou-se a primeira coleta de ramos herbáceos (experimento 1), e no mês de janeiro de 2013 a segunda coleta, constituída de ramos semi-lenhosos (experimento 2). Os ramos foram levados imediatamente para câmara de nebulização intermitente, instalada no interior de uma estufa agrícola do tipo arco (24 x 8m), com teto em polietileno transparente e laterais com tela anti-afídeos. O sistema de nebulização foi coberto com tela refletora luminet retrátil, para reduzir a radiação solar.

Estacas com aproximadamente 0,7 cm de diâmetro, contendo dois pares de folhas inteiras na parte apical, foram preparadas com 15 cm de comprimento, sendo a base cortada transversalmente (imediatamente abaixo de um nó) e, o ápice, em bisel. Na base da estaca foram feitas duas lesões opostas ( $\pm 3$  cm), a fim de expor o câmbio vascular. As estacas foram acondicionadas sem fitoreguladores em caixas plásticas perfuradas, tamanho 50 x 30 x 18 cm, contendo como substrato vermiculita com granulometria fina, mantidas em bancadas de ferro galvanizadas. O sistema de nebulização intermitente foi controlado por temporizador, programado para nebulizar durante 10 segundos a cada intervalo de três minutos, durante todo o período dos experimentos.

Ambos os experimentos foram avaliados aos 50 dias após a instalação, removendo-se manual e cuidadosamente as estacas. As seguintes variáveis foram mensuradas: porcentagem de estacas brotadas, número de brotações por estaca, comprimento da maior brotação (cm), massa seca das brotações (g), porcentagem de estacas com calo, porcentagem de enraizamento, número de raízes por estaca, comprimento médio das três maiores raízes (cm) e massa seca das raízes (g). A massa seca das brotações e das raízes foi obtida após a secagem em estufa (60°C), até massa constante. Os dados de porcentagem foram transformados para arcsen  $((x^{1/2})/100)$ , e os de contagem, para  $\log(x+0,5)$ .

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 2 (porta-enxertos x tipo de estaca – basal/apical), no experimento 1 (estacas herbáceas) e no experimento 2 (estacas semi-lenhosas). Cada tratamento foi composto por quatro repetições, sendo cada parcela composta por 15 estacas. Em cada caixa, foram instaladas duas parcelas. Realizou-se a

análise de variância dos dados, e quando significativo ( $p>0,05$ ) realizou-se a comparação das médias pelo teste de Tukey ( $\alpha<0,05$ ), utilizando o software Sisvar (FERREIRA, 2008).

## RESULTADOS

### ***Enraizamento das estacas herbáceas***

Com base na análise de variância dos dados registrados, para as variáveis comprimento das três maiores raízes e porcentagem de estacas com brotações houve efeito significativo para tipo de estaca e cultivar, isoladamente. Houve interação entre os fatores apenas para a variável massa seca das raízes. Para porcentagem de enraizamento, número de raízes por estaca, número de brotações por estaca e massa seca das brotações, registrou-se efeito significativo apenas do fator cultivar.

**Tabela1:** Efeito do porta-enxerto e do tipo de estaca de pessegueiro e ameixeira na porcentagem de estacas enraizadas (EE), número de raízes por estaca (RE) e comprimento médio das três maiores raízes (CMR) quando utilizadas estacas herbáceas. UFPEL, 2014.

<b>Porta-enxerto</b>	<b>EE (%)</b>	<b>RE (nº)</b>	<b>CMR (cm)</b>
Julior	7,50 c	0,11c	0,07 c
Mirabolano 29-C	73,33 a	11,08a	8,97 a
Okinawa	34,17 b	2,21b	4,83 b
Tsukuba 1	55,83 ab	3,084b	8,15 a
<b>Posição</b>	<b>EE (%)</b>	<b>RE (nº)</b>	<b>CMR (cm)</b>
Apical	50,83 <sup>ns</sup>	4,10 <sup>ns</sup>	6,69 a
Basal	34,58	4,15	4,32 b
<b>Média</b>	42,70	4,12	5,50
<b>CV %</b>	33,25	37,40	40,43

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $\alpha<0,05$ ), ns= não significativo.



**Figura 1:** Estacas herbáceas de porta-enxertos de pessegueiro e ameixeira, mantidas em caixas plásticas contendo vermiculita por 50 dias, em casa de vegetação. A- 'Julior' Apical; B- 'Julior' Basal; C- 'Okinawa' Apical; D- 'Okinawa' Basal; E- 'Mirabolano' 29-C Apical; F- 'Mirabolano 29-C' Basal; G- 'Tsukuba 1' apical; H- 'Tsukuba 1' Basal. UFPEL, 2014.

Para a porcentagem de estacas enraizadas, dentro do fator cultivar, verificou-se que 'Mirabolano 29-C' (73,33%) apresentou o melhor resultado diferindo de Okinawa (34,17%) e Julior (7,50%). Embora não tenha ocorrido interação entre os fatores as estacas retiradas da porção apical do ramo (50,83%) tiveram uma média de enraizamento superior a das estacas retiradas da porção basal do ramo (34,58%). A cultivar Mirabolano 29-C também registrou o maior número de raízes por estaca (11,08), independente da posição no ramo (Tabela 1). Quando avaliados os porta-enxertos de pessegueiro Okinawa (Figura 1C e 1D) e Tsukuba 1, observou-se uma média de 2,21 raízes por estaca, não havendo diferença significativa entre os mesmos (Tabela 1).

Para o comprimento médio das três maiores raízes, os melhores resultados foram observados na cultivares Mirabolano 29-C (8,97 cm) e Tsukuba 1 (8,15 cm) diferindo de 'Okinawa' e 'Julior'. Quando analisada a posição em que a estaca se encontrava, as apicais apresentaram comprimento médio das raízes maior que as

da porção basal (6,7 cm e 4,3 cm, respectivamente - Tabela 1). A cultivar Julior apresentou somente 7,5% das estacas enraizadas, o menor número de raízes por estaca (0,11) e menor comprimento médio dessas raízes (0,07 cm) (Tabela 1, Figura 1A e 1B).

A massa seca das raízes, emitidas pelas estacas apicais das cultivares Mirabolano 29-C e Tsukuba 1 foi de 0,89g e 1,01g, respectivamente diferindo das basais com 0,26 e 0,30 respectivamente (Tabela 2).

**Tabela 2:** Massa seca das raízes em estacas herbáceas de quatro cultivares de porta-enxerto de pessegueiro e ameixeira, retiradas de diferentes posições do ramo. UFPEL, 2014.

<b>Porta-enxerto</b>	<b>Apical</b>	<b>Basal</b>
Julior	0,00bA	0,03aA
Mirabolano 29-C	0,89aA	0,26aB
Okinawa	0,34bA	0,09aA
Tsukuba 1	1,01aA	0,30aB

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $\alpha < 0,05$ ).

Em relação aos parâmetros avaliados na parte aérea, foram obtidas 96,65% de estacas brotadas na cv. Mirabolano 29-C e 66,66% na cv. Tsukuba 1, diferindo das demais (Tabela 3, Figura 1G e 1H), sendo maior nas estacas basais. O número de brotações por estaca foi de 1,71, 1,28 e 1,23 para 'Mirabolano 29-C', 'Tsukuba 1' e 'Okinawa', respectivamente diferindo de 'Julior' que apresentou somente 0,55 brotações por estaca. Esta variável foi maior nas estacas basais (Tabela 3). Verificou-se que a maior massa seca das brotações foi obtida em 'Mirabolano 29-C', diferindo das demais. Cabe ressaltar que as estacas retiradas da porção basal do ramo apresentaram maior número de brotações, no entanto, essas brotações eram menores que nas estacas apicais, como pode ser comprovado pela massa seca das mesmas (Tabela 3) (Figura 1).

**Tabela 3:** Efeito do porta-enxerto e do tipo de estaca de pessegueiro e ameixeira na porcentagem de estacas brotadas (ECB), número médio de brotações por estaca (NBE) e massa seca das brotações (MSB), obtidos a partir de estacas herbáceas. UFPEL, 2014.

<b>Porta-enxerto</b>	<b>ECB (%)</b>	<b>NBE (nº)</b>	<b>MSB (g)</b>
Julior	13,32b	0,55b	0,03b
Mirabolano 29-C	96,65a	1,71a	3,29a
Okinawa	28,32b	1,23a	0,83b
Tsukuba 1	66,66a	1,28a	1,04b
<b>Posição</b>	<b>ECB (%)</b>	<b>NBE (nº)</b>	<b>MSB (g)</b>
Apical	3,74b	1,15b	1,50 <sup>ns</sup>
Basal	4,36a	1,34a	1,10
<b>Média</b>	51,23	1,19	1,29
<b>CV%</b>	29,56	86,82	61,83

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey( $\alpha < 0,05$ ). ns= Não Significativo.

### ***Enraizamento das estacas semi-lenhosas***

Verificou-se interação entre os fatores para porcentagem de estacas enraizadas, número de raízes por estaca, comprimento e massa seca das raízes, estacas com brotações e número de brotações por estaca, enquanto que para a variável massa seca das brotações, verificou-se efeito significativo apenas do fator cultivar.

A Tabela 4 e as Figuras 2E e 2F mostram que a cv. Julior apresentou baixo índice de enraizamento, nas estacas apicais foi de apenas 50%, enquanto que as basais não enraizaram. Nas demais cultivares o enraizamento foi satisfatório, superior a 65% tanto nas estacas apicais quanto nas basais.

O número de raízes por estaca e o comprimento médio das três maiores raízes foi maior na cv. Mirabolano 29-C, tanto nas apicais quanto nas basais, valores muito superiores às demais cultivares (Tabela 4). A massa seca das raízes também foi maior nas estacas apicais de 'Mirabolano 29-C', quando comparado às outras cultivares estudadas, enquanto que nas estacas basais não houve diferença entre as cultivares (Tabela 4).

**Tabela 4:** Efeito do porta-enxerto e do tipo de estaca de pessegueiro e ameixeira na porcentagem de estacas enraizadas (EE), número de raízes por estaca (RE), comprimento médio das três maiores raízes (CMR), massa seca das raízes (MSR), porcentagem de estacas brotadas (EB) e número de brotos por estaca (NBE), obtido a partir de estacas semi-lenhosas. UFPEL, 2014.

Porta-enxerto	EE (%)		RE (nº)		CMR (cm)		MSR (g)		EB (%)		NBE (nº)	
	Apical	Basal	Apical	Basal	Apical	Basal	Apical	Basal	Apical	Basal	Apical	Basal
Julior	50,00bA	0,00bB	1,90bA	0,00cB	4,03bA	0,00cB	0,03bA	0,00aA	15,00bA	3,33cB	0,75bA	0,75bA
Mirabolano29-C	96,67aA	88,33aA	12,76aA	8,36aB	8,10aA	5,68aB	1,24aA	0,20aB	93,33aA	98,33aA	2,48aA	2,88aA
Okinawa	100,00aA	66,66aB	1,69bA	0,50bcB	3,11bA	2,29bcA	0,10bA	0,04aA	3,33bcB	61,67abA	0,38bB	2,68aA
Tsukuba 1	98,33aA	76,67aA	1,53bA	1,59bA	3,29bA	3,59bA	0,02bA	0,07aA	0,00cB	26,66bA	0,00bB	1,55bA
Média	72,08		3,54		74,05		0,21		37,70		1,43	
CV%	21,44		34,71		34,67		57,49		22,78		43,39	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $\alpha < 0,05$ ).

A cv. Mirabolano 29-C apresentou a maior porcentagem de estacas com brotações e número de brotações por estaca (93,33% e 2,48, respectivamente) nas estacas apicais, diferindo das demais cultivares, enquanto que nas basais os maiores valores foram observados em 'Mirabolano 29-C' e 'Okinawa' (Tabela 4). 'Mirabolano 29-C' também apresentou a maior média de massa seca das brotações com 1,72 g (Tabela 5, Figura 2).

**Tabela 5:** Massa seca das brotações (MSB) de porta-enxertos de pessegueiro e ameixeira, em estacas semi-lenhosas retiradas de diferentes posições do ramo. UFPEL, 2014.

<b>Porta-enxerto</b>	<b>MSB (g)</b>
Julior	0,05b
Mirabolano 29-C	1,72a
Okinawa	0,06b
Tsukuba 1	0,05b
<b>Posição</b>	<b>MSB (g)</b>
Apical	0,48 <sup>ns</sup>
Basal	0,47
Média	0,47
CV %	48,69

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $\alpha < 0,05$ ). ns= Não Significativo.



**Figura 2:** Estacas semi-lenhosas de porta-enxertos de pessegueiro e ameixeira, mantidas em caixa plástica contendo vermiculita por 50 dias, em casa de vegetação. A- 'Julior' Apical; B- 'Julior' Basal; C- 'Okinawa' Apical; D- 'Okinawa' Basal; E- 'Mirabolano 29-C' Apical; F- 'Mirabolano 29-C' Basal; G- 'Tsukuba 1' apical; H- 'Tsukuba 1' Basal. UFPEL 2014.

## DISCUSSÃO

Com base nos resultados obtidos, verificou-se que as respostas das estacas ao enraizamento, em ambos os experimentos, variaram em função da posição do ramo em que foram retiradas, mas principalmente por efeito do cultivar, conforme pode ser observado nas Tabelas 1 e 4 e nas Figuras 1 e 2. Para o enraizamento ser bem sucedido, é necessário ocorrer o transporte polar basípeto de auxina, que é produzida nas folhas jovens e gemas das brotações. Este transporte direciona o hormônio para a base da estaca, promovendo a formação das raízes. Nas raízes, o transporte se torna acrópeto, onde a auxina é transportada da base da estaca para o ápice da raiz, proporcionando assim o seu alongamento (MINDELO NETO, 2006; SULUSOGLU e CAVUSOGLU, 2010).

A auxina age como um ativador de genes, promovendo a diferenciação celular para formar o primórdio radicular. Diversos autores comprovaram a

necessidade de utilizar auxinas exógenas para obter satisfatórias porcentagens de enraizamento em estacas de porta-enxertos de *Prunus* spp. (TOFANELLI et al., 2002 e 2003; MINDELO NETO et al., 2006; RIBAS et al., 2007; EXADAKTYLOU et al., 2009). Esta aplicação favorece a conjugação com os aminoácidos promotores da síntese de proteínas específicas necessárias para a formação de raízes iniciais (HAN et al., 2009). Embora este favorecimento ocorra, fatores como potencial genético da cultivar, balanço hormonal endógeno e consistência dos tecidos das estacas (maior ou menor espessura do anel de esclerênquima), são primordiais para o desenvolvimento das raízes. Além disso, a condição fisiológica da planta matriz, determinada pelas características e manejo do solo, pode influenciar na capacidade de formação das raízes na estaca (TOFANELLI et al., 2002).

Neste ensaio, quando utilizadas estacas provenientes da porção apical dos ramos herbáceos, houve altas taxas de enraizamento nas cultivares Mirabolano 29-C e Tsukuba-1 mesmo sem a utilização de auxina exógena (Tabelas1).

Sulusoglu eCavusoglu (2010), ao avaliar estacas semi-lenhosas de cerejeira (*Prunus laurocerasus* L.), verificaram que as mesmas apresentaram porcentagem média de 54% de enraizamento, 10,3 raízes por estaca com 5,2 cm de comprimento, mesmo sem a utilização de auxina exógena. Por outro lado, Tofanelli et al. (2002), trabalhando com estacas semi-lenhosas de pessegueiro, sem a utilização de auxina exógena, sendo duas cultivares de porta-enxertos e dez cultivares copa, com idade entre 6 e 7 anos em condições de campo, observaram um potencial de enraizamento praticamente nulo (0,68%) com 0,10 raiz por estaca. Feldberg et al. (2010) obtiveram somente 11,4% de enraizamento de estacas semi-lenhosas de pereira (*Pyrus* spp.), 1,29 raiz por estaca com uma média de 2,14 cm, quando não utilizada auxina exógena na indução do enraizamento.

O enraizamento pode ser influenciado por diversos fatores, como tipo de estaca e época do ano (TOFANELLI et. al., 2002). A época de coleta dos ramos para o preparo das estacas está relacionada com o teor de lignificação dos ramos, pois de acordo com o grau de lignificação das estacas, elas tendem a variar o seu estado de turgidez influenciando o transporte de substâncias e o enraizamento adventício. Isto ocorre porque no período em que as estacas são herbáceas e a planta está em crescimento mais ativo há maior disponibilidade de auxina livre, sendo o seu transporte facilitado para a parte basal da estaca, formando as raízes.

Em contrapartida, em estacas semi-lenhosas há a tendência de existirem maiores níveis de AIA na forma conjugada, o que dificulta o seu transporte e a sua utilização pelas plantas (BLAKESLEY et al., 1991).

Neste ensaio foi observado, em média, maior enraizamento em estacas apicais, sendo 50,83% para estacas herbáceas e 86,25% para as semi-lenhosas (Tabelas 1 e 4). Esses resultados assemelham-se aos encontrados por Exadaktylou et al. (2009), em trabalho realizado com o porta-enxerto de cerejeira cv. 'Gisela 5', na época do ano em que as estacas se encontravam lenhosas, onde a porcentagem de enraizamento foi 31%, quando as estacas foram retiradas da porção apical do ramo com o uso de  $1 \text{ g L}^{-1}$  de AIB. Quando não utilizado regulador de crescimento exógeno, a taxa de enraizamento foi de apenas 12%.

Hartmann et al. (2002) sugerem que os materiais com menor grau de lignificação, como é o caso dos obtidos da posição apical, apresentam condições fisiológicas adequadas para a emissão das raízes adventícias. Estacas com grau elevado de lignificação, como é o caso das retiradas da porção basal, tendem a ter relação negativa com o nível de auxina, pois nestas, enzimas como as peroxidases estão envolvidas na síntese de lignina e degradação de auxinas. Para Canli e Bozkurt (2009), a maior dificuldade de formação das raízes adventícias em estacas pode ser devido à incapacidade da planta matriz em sintetizar auxina.

Na produção de mudas em escala comercial, o sistema radicular bem formado favorece a absorção dos nutrientes e água, propiciando, desta forma, um melhor desenvolvimento da muda quando transplantada para o campo (CARDOSO et al., 2011). No ensaio realizado, isso foi observado na cultivar Mirabolano 29-C, que apresentou maior emissão e comprimento das raízes. Além disso, Feldberg et al. (2010) enfatizam a importância de avaliar variáveis relacionadas ao enraizamento, como o número de raízes por estaca e o comprimento médio das três maiores raízes, pois estes, juntamente com a porcentagem de enraizamento, revelam a qualidade do sistema radicular e a capacidade de sobrevivência das estacas após a retirada da câmara de nebulização, quando ocorre a aclimatação e o crescimento. Posteriormente, essas variáveis também influenciarão no crescimento dos porta-enxertos, no engrossamento do caule, na época de realização da enxertia, no crescimento e na ancoragem das plantas no campo.

De acordo com os resultados obtidos foi possível observar nas cultivares Okinawa e Julior, com menores porcentagens de enraizamento, maiores índices de formação de calos na base das estacas. Segundo Oliveira et al. (2012), a formação de calos na base das estacas ocorre pela intensa divisão celular, promovida pela alta concentração de auxina no local, oriunda do transporte celular basípeto, com o intuito de promover a cicatrização do corte, e além disso, a formação de calo em alguns casos pode funcionar como um intermediário a formação das raízes.

Hartmann et al. (2002) e Han et al. (2009) constataram que o excesso de calo pode impedir o enraizamento, podendo ainda, ocorrer alterações no conteúdo de cofatores e acúmulo de inibidores do enraizamento, podendo influenciar na formação das raízes. Canli e Bozkurt (2009), em estudo realizado com estacas semi-lenhosas de ameixeira, observaram que quando não foi aplicado nenhum regulador de crescimento, as estacas apresentaram porcentagem de formação de calos superior a 50%, e a formação das raízes não foi necessariamente dependente da formação de calos, pois as raízes foram capazes de formar-se, na maioria das estacas.

As variáveis relativas ao desenvolvimento da parte aérea das estacas, nas duas épocas de coleta, foram diretamente proporcionais às variáveis do enraizamento. Estacas retiradas da porção basal dos ramos apresentaram a maior porcentagem de brotações e o maior número de brotos por estaca, enquanto que estacas apicais apresentaram maior porcentagem de enraizamento, raízes em maior número e tamanho, além de maior massa seca do sistema radicular. A massa seca das brotações apresentou maiores valores quando as estacas foram retiradas da porção apical dos ramos, devido ao fato destas brotações serem maiores.

Em contrapartida, vários autores tem demonstrado que a emissão simultânea de uma maior quantidade de raízes e maiores brotações favorecem o desenvolvimento das estacas, facilitando o crescimento e a condução adequada da planta no campo (CHAGAS et al., 2008). A presença de folhas exerce forte influência estimulante sobre o enraizamento da estaca, pois permite a sobrevivência pela síntese de carboidratos por meio da fotossíntese, os quais atuam como fonte de energia e como elementos constitutivos para as novas células formadas, além do fornecimento de auxinas e outras substâncias importantes para a atividade cambial e a diferenciação celular (HAISSIG e DAVIS, 1994).

Neste contexto, a manutenção das folhas nas estacas herbáceas e semi-lenhosas é necessária para a produção inicial de assimilados, auxiliando na formação de brotos e gemas que irão intensificar a síntese de carboidratos e auxina. A manutenção destas folhas se torna possível devido ao ambiente em que as estacas foram mantidas, pois as gotículas de água da irrigação intermitente presente na casa de vegetação formaram uma camada sobre a superfície das folhas, mantendo a sua umidade e fazendo com que estas perdessem calor, possibilitando a fotossíntese, fato ocorrido principalmente nas cultivares Mirabolano 29-C e Tsukuba 1, as quais mantiveram mais as folhas originais que Julior e Okinawa. Mayer e Pereira (2005) verificaram que a retenção de folhas nas estacas de umezeiro influencia a velocidade de enraizamento, enquanto que a ausência das folhas resultou, geralmente, em estacas com calo ou mortas.

Pode-se observar que o enraizamento das estacas de pessegueiro e ameixeira nas duas épocas de coleta dos ramos pode ser realizado com sucesso, mesmo sem a utilização de nenhum tipo de regulador de crescimento. A resposta positiva dos cultivars ao ambiente de enraizamento é fator decisivo para a propagação por estaquia, pois se verificou que alguns cultivars podem apresentar maior facilidade em se adaptar às condições da câmara de nebulização, principalmente a cv. Mirabolano 29-C, por diferirem quanto à produção e exigência dos níveis hormonais para indução da rizogênese, como também na mobilização das reservas para o enraizamento e indução de novas brotações que mantêm a produção de auxina.

Todos estes processos são determinados pela expressão de genes codificados de acordo com as características de cada cultivar. Muitos genes são induzidos pela presença de auxina, e são regulados pela interação de duas classes de fatores de transcrição: fatores de resposta a auxina e repressores de resposta a auxina (Aux / IAA). Quando a planta não tem a capacidade de sintetizar níveis adequados desse fitohormônio e sua concentração está abaixo do limiar necessário, os repressores Aux / IAA associam-se aos ativadores reprimindo a expressão desses genes, limitando o desenvolvimento das raízes adventícias. Por outro lado, quando a síntese de auxina na planta atinge os níveis necessários ocorre o bloqueio e/ou destruição dos repressores Aux / IAA, seguido da ativação dos genes de resposta a auxina (HAN et al., 2009).

Neste contexto, nota-se que o sucesso da propagação de porta-enxertos para a produção de mudas em escala comercial está associado à escolha da cultivar a ser propagada, bem como da posição do ramo na planta matriz. Sendo assim, embora no presente trabalho não se testou a interação cultivar x reguladores de crescimento, os resultados obtidos comprovam que o fator genético tem uma influência determinante no enraizamento. Somado a isso, ainda são necessários estudos complementares para a avaliação do comportamento destes porta-enxertos quanto a capacidade de aclimação pós-enraizamento e transferência para o campo.

## **CONCLUSÕES**

É tecnicamente possível a propagação dos porta-enxertos Mirabolano 29-C, Okinawa e Tsukuba 1 por estaquia herbácea e semi-lenhosa.

A cultivar Mirabolano 29-C apresenta as maiores porcentagens de enraizamento e qualidade das raízes, tanto por estacas herbáceas (73,33%) como nas semi-lenhosas (96,67%), oriundas da porção apical do ramo.

## CAPÍTULO 2

### **Estado nutricional das plantas matrizes e AIB influenciam o enraizamento de estacas de *Prunus* spp.**

#### **INTRODUÇÃO**

A utilização de porta-enxerto na produção de espécies frutíferas vem ganhando cada vez mais importância por possibilitar o cultivo em locais em que as condições edafoclimáticas e fitossanitárias do solo sejam limitantes ao desempenho produtivo do pomar, além de possibilitar a estruturação de pomares mais adensados, sendo fatores diretamente relacionados à produtividade dos mesmos (SCHMITZ et. al, 2012).

Embora a propagação de muitos porta-enxertos seja realizada por sementes, a manutenção das características genéticas de cada cultivar é crucial quando se trata de frutíferas. Para que isso ocorra, a propagação vegetativa ou clonal torna-se uma técnica de grande importância ao setor produtivo. Dentre as técnicas utilizadas, a propagação *in vitro* possibilita a produção massal de mudas de qualidade em pequeno espaço físico e curto período de tempo (RADMANN et al., 2009). No entanto, apesar de vários trabalhos já terem sido realizados visando adequar um protocolo de multiplicação *in vitro*, ainda não foi possível estabelecer uma metodologia eficiente para a propagação massal de porta-enxerto de *Prunus* spp. no Brasil (RODRIGUES et al., 2003). Como alternativa ao cultivo *in vitro*, que requer infra-estrutura de laboratórios e equipamentos, a estaquia tem demonstrado ser vantajosa, pois permite a propagação de um grande número de plantas a partir de uma única planta matriz, em curto espaço de tempo, com baixo custo e fácil execução, além de proporcionar maior uniformidade às plantas (FRANZON et al., 2010).

Na propagação comercial, a viabilidade do uso da estaquia é em função da facilidade de enraizamento de cada espécie ou cultivar, da qualidade do sistema radicular formado e do desenvolvimento posterior da planta na área de produção (FRANZON et al., 2010). Sabe-se que muitas espécies e cultivares de *Prunus* spp. são difíceis de enraizar, e essa dificuldade é ainda um dos principais obstáculos na utilização da estaquia (CANLI e BOZKURT et al, 2009; DUVAL et al, 2013).

Para contornar esse problema e visando maximizar a porcentagem de enraizamento das estacas, várias técnicas têm sido testadas e, entre as mais utilizadas, destaca-se a aplicação exógena de reguladores de crescimento (AGUIAR et al., 2005). O ácido indolbutírico (AIB) é a principal auxina utilizada no enraizamento de estacas, principalmente por causa dos baixos efeitos fitotóxicos para a maioria das espécies vegetais, a maior estabilidade da molécula tornando-a menos suscetível a degradação e por ser de baixo custo (TOFANELLI et al., 2002). As auxinas são responsáveis por diversos efeitos fisiológicos na planta, dentre os quais se destaca a formação de raízes adventícias em estacas.

A formação das raízes adventícias ocorre através de um primórdio radicular, geralmente proveniente de um calo na zona cambial, originado por divisões das células iniciais do parênquima liberiano, bem como de outras células parenquimáticas que não tenham ainda desenvolvido a parede secundária. O desenvolvimento deste agregado, com intensa atividade meristemática, entra no lenho e promove uma ligação, aos tecidos da medula exercendo ação estimulante sobre a proliferação do cambium, o mesmo ocorrendo com o tecido do líber e da feloderme, através da qual o primórdio radicular se desenvolve formando um sistema radicular capaz de sustentar a nova planta e supri-la com água e nutrientes (GONDIM et al., 1999). Outro fator que pode influenciar o enraizamento é a presença de folhas e de brotações nas estacas, que auxiliam na manutenção da produção e translocação de auxina e fotoassimilados para a base da estaca, diminuindo os riscos de morte das estacas durante o período de enraizamento, promovendo a formação de novos tecidos, como as raízes (NICOLOSO et al., 1999).

O processo de enraizamento é muito complexo e inclui fatores fisiológicos e bioquímicos (fatores internos) que interagem com os fatores externos, além disso, a complexidade é aumentada pela variabilidade genética, apesar de existirem espécies que formam raízes adventícias apenas com os níveis endógenos de auxina, porém geralmente é necessário adicionar auxina exógena para estimular a rizogênese (ALCANTARA et al., 2010).

Muito embora diversos fatores tenham sido estudados e relacionados ao sucesso do enraizamento de estacas, pouco se conhece a respeito da interação do estado nutricional das plantas-matrizes com a porcentagem de enraizamento, uma vez que a concentração de alguns elementos minerais presentes no tecido de cada

órgão e cultivar, podem influenciar diferencialmente em cada fase do processo de enraizamento. A exemplo disso, podemos citar o N e o P que influenciam no metabolismo de carboidratos, que é fonte de energia para a iniciação radicular, o Ca que é requerido na fase de formação e alongamento das raízes, o Fe que auxilia na regulação da atividade das enzimas peroxidases, atuantes na regulação da auxina e o Zn que pode promover a formação do precursor de auxina, o triptofano (CUNHA et al., 2009). Ainda, de acordo com Cunha et al. (2009), a mobilização de nutrientes minerais durante a iniciação radicular é diferente da que ocorre durante o crescimento e desenvolvimento da raiz, sendo mais acentuada nesta última fase, sugerindo que a iniciação radicular é altamente dependente dos níveis iniciais dos nutrientes presentes no tecido vegetal.

Embora a nutrição mineral e o enraizamento de estacas estejam intimamente relacionados, poucos estudos têm sido realizados focando a caracterização do efeito nutricional dos ramos utilizados para o preparo das estacas e sua associação com o enraizamento adventício em diferentes espécies de *Prunus* spp. No presente trabalho buscou-se avaliar o estado nutricional das plantas matrizes a influência do uso de AIB e suas relações no enraizamento adventício de estacas oriundas de ramos herbáceos e semi-lenhosos das cultivares 'Flordaguard', 'Marianna 2624' e 'Genovesa'.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi conduzido em estufa agrícola não climatizada e equipada com câmara de nebulização intermitente, pertencente a EMBRAPA Clima Temperado. O material vegetal foi coletado de plantas matrizes implantadas na "Coleção Porta-enxertos de *Prunus*", mantida em condição de campo sem irrigação, na Sede da mesma instituição.

O material vegetal foi colhido dos cultivars 'Flordaguard' (*Prunus persica* L. Batsch), 'Marianna 2624' (*P. cerasifera* x *P. munsoniana*) e Genovesa (*P. salicina* Earh). As plantas matrizes destes cultivars, foram submetidas à poda drástica no inverno de 2012, cortando-se todas as pernadas a uma altura entre 1m e 1,2m, objetivando estimular intensa e vigorosa brotação na primavera, padronizando-se os ramos quanto à idade.

Dois experimentos foram realizados no mês de novembro de 2012, com ramos herbáceos (Experimento 1), e no mês de janeiro de 2013, com ramos semi-lenhosos (Experimento 2). Após a coleta, os ramos foram levados imediatamente para câmara de nebulização intermitente, a qual se encontra instalada no interior de uma estufa agrícola (24 x 8m) tipo arco, com teto de polietileno e laterais com tela antiafídeos e, sobre os aspersores da nebulização intermitente, contém uma tela refletora luminet, para reduzir a radiação solar.

As estacas possuíam em média 0,7 cm de diâmetro, e foram preparadas com 15 cm de comprimento, mantendo dois pares de folhas inteiras na porção apical. A base foi cortada transversalmente (imediatamente abaixo de um nó ou gema) e o ápice em bisel. Na base da estaca foram feitas duas lesões opostas ( $\pm$  3cm), a fim de expor o câmbio vascular. Metade das estacas de cada cultivar foi tratada com solução hidroalcoólica de ácido indolbutírico por 10 segundos (2.000 mg L<sup>-1</sup>) e a outra metade constituiu o controle (água destilada e álcool, na proporção 3:1 (v/v), também por 10 segundos. Em seguida as estacas foram acondicionadas em caixas plásticas, contendo vermiculita de granulometria fina, e mantidas sob sistema de nebulização intermitente, controlado por temporizador, programado para nebulizar durante 10 segundos, 24 horas por dia, a cada intervalo de três minutos, durante todo o período experimental.

Ambos os experimentos foram avaliados aos 50 dias após a instalação, mensurando-se as seguintes variáveis: número de folhas originais por estaca, porcentagem de estacas com permanência de folhas (%), a porcentagem de estacas brotadas (%), o comprimento médio da maior brotação (cm), a massa seca das brotações (g), a porcentagem de estacas vivas (%), a porcentagem de estacas enraizadas (%), o número médio de raízes por estaca, o comprimento médio das três maiores raízes (cm), a massa seca das raízes (g). A massa seca das brotações e das raízes foi obtida através da secagem em estufa, à temperatura de 50°C, até massa constante.

Amostras de estacas de cada cultivar foram separadas para análises de nutrientes. Os ramos e as folhas destas estacas foram seccionadas em porções menores, acondicionadas em sacos de papel pardo e secas em estufa de ventilação forçada, a 50°C até massa constante. As amostras foram moídas em moinho e analisadas na Central Analítica do Laboratório de Fertilidade do Solo da EMBRAPA

Clima Temperado, que está integrado a Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solo e de Tecido Vegetal do RS e de SC (ROLAS). Os resultados das análises foram interpretados com base nos padrões do Manual de adubação e calagem para RS e SC (ROLAS, 2004). Também foi avaliado o teor de macronutrientes [Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Magnésio (Mg), Cálcio (Ca) (%)] e micronutrientes [Ferro (Fe), Manganês (Mn) e Zinco (Zn) (mg/Kg)] contido nas estacas amostradas no início de cada experimento. Em decorrência do aparelho de digestão de grandes volumes de amostra estar em manutenção, os elementos Enxofre (S), Cobre (Cu) e Sódio (Na) não puderam ser determinados.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 2 (cultivars x doses de AIB), em ambos os experimentos que foram avaliados independentemente [Experimento 1 (estaca herbáceas) e Experimento 2 (estacas semilenhosas)]. Cada tratamento foi composto por quatro repetições, sendo a parcela composta por 15 estacas. Realizou-se a análise de variância dos dados, e quando significativo realizou-se a comparação das médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro, utilizando o software Sisvar (FERREIRA, 2008).

## **RESULTADOS**

### **Estacas Herbáceas**

Os dados referentes ao experimento 1 (estacas herbáceas) são apresentados nas tabelas 6,7,8 e 9. Para as variáveis número de folhas originais por estaca, porcentagem de estacas com folhas originais e porcentagem total de estacas vivas verificou-se efeito significativo apenas para o fator cultivar. Houve interação entre os fatores para a porcentagem de estacas com brotações, comprimento e massa seca das brotações, porcentagem média de estacas enraizadas, número médio de raízes por estaca, comprimento médio das três maiores raízes e massa seca das raízes.

Para a porcentagem de estacas enraizadas, dentro do fator cultivar, verificou-se efeito significativo da aplicação de AIB para 'Flordaguard' e 'Marianna 2624' (90% e 83,33%, respectivamente) em relação ao tratamento controle (30% e 71,66%, respectivamente), enquanto que para 'Genovesa' a porcentagem de estacas enraizadas foi superior a 94%, para ambos tratamentos (Tabela 6). Quando tratadas

com AIB, 'Genovesa' (98,33%) (Figura 3C) teve maior porcentagem de enraizamento, comparativamente as demais cultivares. Estacas sem aplicação de AIB em 'Genovesa' (Figura 3D) também apresentaram maior porcentagem de enraizamento (94,43%) em relação a 'Marianna 2624' (Figura 3B) e 'Flordaguard' (Figura 3F) (71,66 e 30%, respectivamente).

**Tabela 6:** Porcentagem de estacas enraizadas (EE), número médio de raízes por estaca (RE), comprimento médio das três maiores raízes (CMR) e massa seca das raízes (MSR) em estacas herbáceas tratadas (2000 mg L<sup>-1</sup>) e não tratadas com ácido indolbutírico de três cultivares de *Prunus* spp. UFPEL, 2014.

Porta-enxerto	EE (%)		RE (nº)		CMR (cm)		MSR (g)	
	Com AIB	Sem AIB	Com AIB	Sem AIB	Com AIB	Sem AIB	Com AIB	Sem AIB
Flordaguard	90,00abA	30,00cB	12,18cA	1,69bB	13,75aA	11,26abB	2,57abA	0,33bB
Genovesa	98,33aA	94,43aA	44,70aA	12,32aB	11,02bA	12,51aA	3,23aA	2,47aA
Marianna 2624	83,33bA	71,66bB	24,19bA	9,80aB	11,12bA	9,19bB	1,56bA	1,19bA
<b>Média</b>	90,53	65,36	27,30	7,93	11,96	14,97	2,45	1,33
<b>CV (%)</b>	7,00		18,02		10,98		33,12	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $\alpha < 0,05$ ).

O número médio de raízes por estaca, no tratamento com AIB, foi 71% maior quando comparado ao controle (Tabela 6). Nas três cultivares testadas, observou-se maior número de raízes por estaca quando tratadas com AIB. Além disso, quando utilizando AIB, 'Genovesa' apresentou o maior número médio de raízes por estaca (44,70), em relação 'Marianna 2624' (24,19) (Figura 3E) e 'Flordaguard' (12,18) (Figura 3A), onde todas as cultivares diferiram entre si (Figura 3). No tratamento controle, 'Genovesa' e 'Marianna 2624' (12,32 e 9,80 respectivamente) não diferiram entre si, mas foram superiores a 'Flordaguard' (1,69). O número médio de raízes por estaca sem uso de auxina exógena também foi maior em 'Genovesa' (12,32).

O comprimento médio das três maiores raízes foi maior nas estacas de 'Flordaguard' e 'Marianna 2624' tratadas com AIB (13,75cm e 11,12cm respectivamente), em relação ao tratamento controle, enquanto que para 'Genovesa' não houve diferença significativa com e sem AIB (Tabela 6). Comparando os efeitos da aplicação do AIB, 'Flordaguard' foi superior as demais cultivares, porém no tratamento controle sem AIB, 'Genovesa' e 'Flordaguard' não diferiram entre si, mas foram superiores no comprimento médio das raízes em relação a 'Marianna 2624' (Figura 3). 'Genovesa' também apresentou as maiores médias de massa seca das raízes, sendo 3,23g e 2,47g para estacas tratadas e não tratadas com AIB, respectivamente (Tabela 6).

Quando analisadas as variáveis, apenas sobre efeito do fator cultivar, observamos que nas três cultivares estudadas a porcentagem de estacas vivas foi superior a 93% (Tabela 7). Resultado similar foi obtido para a porcentagem de estacas com folhas, originais onde 'Genovesa' (100%) não diferiu de 'Flordaguard', mas foi superior a 'Marianna 2624' (89,20%). Para o número de folhas originais por estaca, 'Flordaguard' foi superior as demais cultivares que não diferiram entre si (Tabela 7).

**Tabela 7:** Número de folhas originais por estaca (NFO), porcentagem de estacas com permanência de folhas (ECF) e porcentagem total de estacas vivas (TEV) em estacas herbáceas de três cultivars de *Prunus* spp. tratadas ou não com ácido indolbutírico. UFPEL, 2014.

<b>Porta-enxerto</b>	<b>NFO (Nº)</b>	<b>ECF (%)</b>	<b>TEV (%)</b>
Flordaguard	3,20 a	95,00 ab	98,33ab
Genovesa	2,61 b	100,0 a	100,0a
Marianna 2624	2,21 b	89,20 b	93,33b
<b>Tratamento</b>	<b>NFO (Nº)</b>	<b>ECF (%)</b>	<b>TEV (%)</b>
Com AIB	2,74 NS	94,00 NS	96,66 NS
Sem AIB	2,60 NS	95,5 NS	97,77 NS
<b>MÉDIA</b>	2,67	94,72	97,22
<b>CV (%)</b>	13,93	7,18	4,85

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $\alpha < 0,05$ ). NS= Não Significativo.

Em relação à porcentagem de estacas com brotações, para o fator cultivar, 'Marianna 2624' e 'Genovesa' não apresentaram diferença entre tratamentos, diferenciando de 'Flordaguard'. Porém 'Marianna 2624' destacou-se das demais (Figura 3E e 1F), com 96,66% e 90,00% das estacas brotadas, respectivamente, com e sem o uso de AIB (Tabela 8), enquanto que para 'Genovesa' o tratamento com AIB (88,33%) foi superior em relação ao controle, sem AIB (56,66%) (Figura 3C e 1D). Quanto avaliado o tratamento com AIB, verificou-se que 'Genovesa' e 'Marianna 2624', apresentaram maior porcentagem de estacas com brotação (88,33% e 96,66%), em relação a 'Flordaguard' (26,66%), enquanto que no tratamento controle, sem aplicação de AIB, as melhores respostas foram obtidas com 'Marianna 2624', que apresentou maior porcentagem de estacas brotadas em relação a 'Genovesa' e 'Flordaguard' (Tabela 8).

O comprimento médio das brotações nas estacas de 'Marianna 2624' e 'Genovesa' não diferiram entre si, quando estas foram tratadas com AIB (9,95 e 9,44, respectivamente), sendo 86% maiores que na cv. 'Flordaguard' (Tabela 8). No entanto, sem AIB, 'Marianna 2624' apresentou os maiores brotos (10,60 cm) e a maior massa seca (média de 4,20g) (Tabela 8).

**Tabela 8:** Porcentagem de estacas brotadas (ECB), comprimento médio da maior brotação (CMB) e massa seca das brotações (MSB) em estacas herbáceas de pessegueiro e ameixeira. UFPEL, 2014.

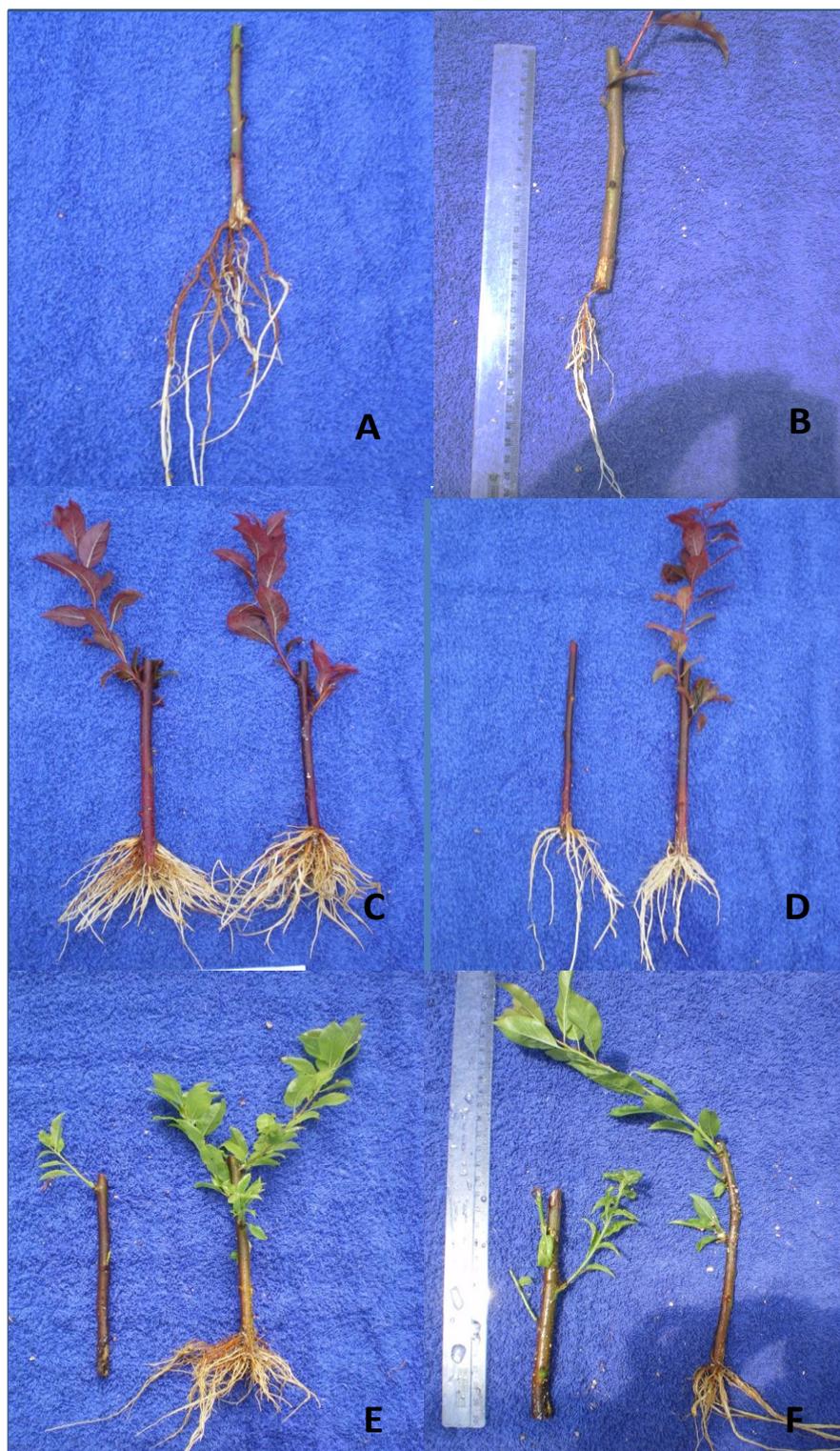
Porta-enxerto	ECB (%)		CMB (cm)		MSB (g)	
	Com AIB	Sem AIB	Com AIB	Sem AIB	Com AIB	Sem AIB
Flordaguard	26,66 bA	28,33 cA	1,35 bB	3,39 cA	0,24 cA	0,76 bA
Genovesa	88,33 aA	56,66 bB	9,44 aA	6,37 bB	3,57 bA	0,90 bB
Marianna 2624	96,66 aA	90,00 aA	9,95 aA	10,60 aA	4,72 aA	4,20 aA
<b>MÉDIA</b>	70,55	58,33	6,91	4,82	7,72	1,95
<b>CV(%)</b>	13,02		12,33		18,09	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $\alpha < 0,05$ ).

Pela interpretação dos dados das análises de macro e micronutrientes contidos nas folhas e nas estacas herbáceas (Tabela 9), verificou-se que para as três cultivares os teores de Ca, Mg e N, contidos nos ramos demonstram ser insuficientes para os padrões da cultura do pessegueiro. Para a cv. Flordaguard, os teores de Fósforo (P), Potássio (K) e Manganês (Mn) estavam dentro da normalidade exigida para cultura, enquanto Ferro (Fe) e zinco (Zn) apresentaram concentrações abaixo do normal exigido. Para Genovesa, Fe e Mn apresentaram níveis normais, porém P e Zn estavam abaixo do normal e K, acima do normal. A cv. Marianna 2624 apresentou concentração normal apenas para o nutriente P, pois Mn e Zn estavam abaixo do normal exigido pela cultura, K estava acima e Fe, insuficiente.

**Tabela 9:** Valores referentes à análise de macro e micronutrientes de folhas e estacas de porta-enxertos não tratadas com ácido indolbutírico de três cultivares de *Prunus* spp. UFPEL, 2014.

<b>Porta-enxerto</b>	<b>Fe (mg/kg)</b>	<b>Mn (mg/kg)</b>	<b>Zn (mg/kg)</b>	<b>N (%)</b>	<b>P (%)</b>	<b>K (%)</b>	<b>Ca (%)</b>	<b>Mg (%)</b>
<b>Estacas Herbáceas</b>								
Flordaguard	81,41	41,35	11,91	1,47	0,15	2,01	0,35	0,09
Genovesa	109,53	54,33	17,50	1,62	0,14	2,11	0,30	0,11
Marianna 2624	40,60	29,30	17,16	1,18	0,16	2,08	0,19	0,09
<b>Estacas Semi-lenhosas</b>								
Flordaguard	73,89	44,83	12,11	1,38	0,22	1,71	0,43	0,11
Genovesa	64,65	56,87	9,97	1,29	0,14	1,73	0,28	0,10
Marianna 2624	32,41	27,16	10,50	0,93	0,16	2,03	0,19	0,06



**Figura 3:** Estacas herbáceas de porta-enxertos de pessegueiro e ameixeira, mantidas em caixa plástica contendo vermiculita por 50 dias, em casa de vegetação. A- 'Flordaguard' com AIB; B- 'Flordaguard' sem AIB; C-'Genovesa' com AIB; D-'Genovesa' sem AIB; E- 'Marianna 2624' com AIB; F- 'Marianna 2624' som AIB. UFPEL, 2014.

### **Estaca semi-lenhosas**

Os dados referentes ao experimento 2 (estacas semi-lenhosas) estão apresentados nas tabelas 9,10 e 11. Verificou-se interação entre os fatores nas variáveis porcentagem de estacas com brotações, porcentagem de estacas enraizadas, porcentagem de estacas vivas, número de raízes por estaca e comprimento médio das três maiores raízes. O número de folhas originais por estaca, porcentagem de estacas com permanência de folhas por estaca, o comprimento médio das brotações e massa seca das brotações apresentaram efeito significativo apenas para o fator cultivar. A variável massa seca das raízes apresentou efeito significativo apenas para o uso de AIB.

Para a porcentagem média de estacas enraizadas dentro do fator cultivar, verificou-se efeito significativo da aplicação de AIB para 'Flordaguard' e 'Genovesa' (66,50% e 94,75%, respectivamente) em relação ao tratamento controle (6,15% e 52%, respectivamente), enquanto que para 'Marianna 2624' a porcentagem de estacas enraizadas não diferiu em ambos os tratamentos (Tabela 10). Considerando somente o tratamento sem aplicação de AIB 'Marianna 2624' apresentou maior porcentagem de enraizamento (88,50%) em relação a 'Genovesa' e 'Flordaguard' (52,00 e 30,00%, respectivamente) (Figura 4), e com aplicação de AIB, 'Genovesa' (94,75%) foi superior a 'Marianna 2624' e 'Flordaguard' (88,50% e 66,50% respectivamente).

Quanto ao número médio de raízes por estaca (Tabela 10), foi observado efeito positivo da aplicação de AIB, para o fator cultivar para 'Genovesa' e 'Marianna 2624' (19,05 e 17,0 respectivamente), quando comparados com o controle (5,50 e 10,0 respectivamente), não diferindo estatisticamente entre si, tendo a cultivar 'Flordaguard' apresentado valores menor em ambos os tratamentos (7,0 e 5,50) (Figura 4A e 2B), não apresentando diferença estatística da cultivar 'Genovesa' no tratamento controle (Figura 4D). Por outro lado, quando utilizando AIB, 'Genovesa' apresentou o maior número médio de raízes por estaca (19,50) (Figura 4C), em relação 'Marianna 2624' (17) e 'Flordaguard' (7), enquanto que no tratamento controle, 'Marianna 2624' (10) (Figura 4F) foi superior a 'Flordaguard' e 'Genovesa' (2B e 2D).

**Tabela 10:** Porcentagem de estacas enraizadas (EE), porcentagem de estacas vivas (TEV), número médio de raízes por estaca (RE), comprimento médio das três maiores raízes (CMR) e porcentagem de estacas brotadas (ECB) em estacas semi-lenhosas tratadas (2000 mg L<sup>-1</sup>) e não tratadas com ácido indolbutírico de três cultivars de *Prunus* spp. UFPEL, 2014.

Porta-enxerto	EE (%)		RE (Nº)		CMR (cm)		TEV (%)		ECB(%)	
	Com AIB	Sem AIB	Com AIB	Sem AIB	Com AIB	Sem AIB	Com AIB	Sem AIB	Com AIB	Sem AIB
Flordaguard	66,50bA	30,00cB	7,00bA	5,50bA	7,00bA	5,50bA	98,25aA	96,75aA	40,00bA	29,75cA
Genovesa	94,75aA	52,00bB	19,50aA	5,50bB	19,50aA	5,50bB	97,00aA	88,25bB	53,25abA	50,00bA
Marianna 2624	88,50aA	71,66aA	17,00aA	10,00aB	17,00aA	10,00aB	99,25aA	100,00aA	65,00aB	78,50aA
Média	75,41	51,22	14,50	7,00	43,50	7,00	98,16	95,00	52,75	52,75
CV (%)	12,44		17,95		24,44		4,58		16,57	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey( $\alpha < 0,05$ ).

O comprimento médio das três maiores raízes foi maior nas estacas de 'Genovesa' e 'Marianna 2624' tratadas com AIB (19,5 cm e 17,0 cm, respectivamente), em relação ao tratamento controle (Figura 4C e 4D), e para 'Flordaguard' não houve diferença com o uso de AIB (Tabela 10). Comparando os efeitos da aplicação do AIB, 'Genovesa' e 'Marianna 2624' foram superiores a 'Flordaguard', porém no tratamento controle, sem AIB, 'Genovesa' e 'Flordaguard' não diferiram entre si, mas foram inferiores a 'Marianna 2624' (Figura 4).

A porcentagem de estacas vivas, foi superior a 85% em todas as cultivares, em ambos tratamentos. Dentro do fator cultivar, a porcentagem de estacas com brotações, foi a maior em 'Marianna 2624', em ambos tratamentos, quando comparada as demais cultivares (Tabela 10, Figura 4E e 4F).

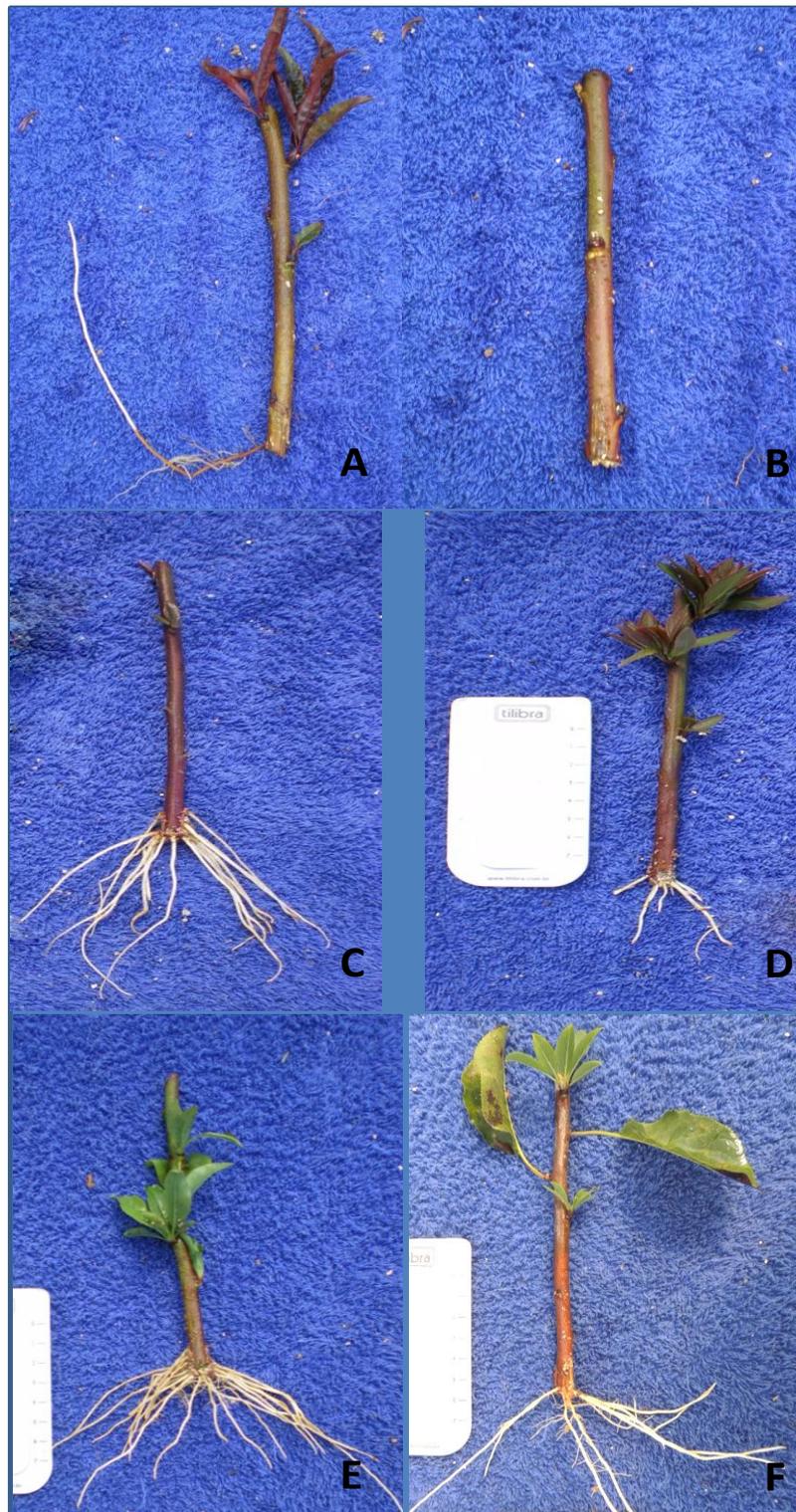
Quando analisado apenas o efeito do fator cultivar, observamos que a porcentagem de estacas com folhas originais foi maior para 'Marianna 2624' assim como o número de folhas originais por estaca (Tabela 11). 'Flordaguard' apresentou maior comprimento médio das brotações nas estacas (4,62cm) em relação a de 'Marianna 2624' e 'Genovesa' (2,87cm e 2,50cm,), que não diferiram entre si (Tabela 11). A maior massa seca das brotações foi apresentada por 'Marianna 2624' (0,87g). Para a variável massa seca das raízes, sobre efeito do fator AIB, 'Flordaguard' e 'Marianna 2624' apresentaram 0,25g e não diferiram, no entanto 'Genovesa' apresentou o maior valor 0,62g (Tabela 11).

**Tabela 11:** Número de folhas originais por estaca (NFO), Porcentagem de estacas com permanência de folhas (ECF), comprimento médio da maior brotação (CMB), massa seca das brotações (MSB) e massa seca das raízes (MSR) em estacas semi-lenhosas tratadas (2000 mg L<sup>-1</sup>) e não tratadas com ácido indolbutírico de três cultivares de *Prunus* spp. UFPEL, 2014.

<b>Porta-enxerto</b>	NFO (n <sup>o</sup> )	ECF (%)	CMB (cm)	MSB (g)	MSR (g)
Flordaguard	0,00c	0,00c	4,62a	0,12b	0,25 NS
Genovesa	1,00b	42,37b	2,50b	0,12b	0,62 NS
Marianna 2624	2,00a	82,37a	2,87b	0,87a	0,25 NS
<b>Tratamento</b>	NFO (n <sup>o</sup> )	ECF (%)	CMB (cm)	MSB(g)	MSR (g)
Com AIB	1,16 <sup>ns</sup>	44,33 <sup>ns</sup>	3,33 <sup>ns</sup>	0,33 <sup>ns</sup>	0,75 <sup>a</sup>
Sem AIB	0,83	38,83	3,33	0,41	0,00b
<b>MÉDIA</b>	1,00	41,53	3,33	0,37	0,37
<b>CV (%)</b>	40,82	41,60	20,00	24,28	42,23

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $\alpha < 0,05$ ). ns= Não Significativo.

A interpretação das análises de macro e micronutrientes indicou que, no momento em que os ramos semi-lenhosos foram coletados, os nutrientes Ca, Mg e N estavam em concentrações insuficientes para todas as cultivares (Tabela 9). Os teores de nutrientes contidos nos ramos da cv. Flordaguard não sofreram alterações quanto à classificação estabelecida pela interpretação dos dados, tendo estes os mesmos teores observados nos ramos herbáceos. Para a cv. Genovesa os teores de K e Mn estavam dentro do normal exigido pela cultura, enquanto P, Fe e Zn apresentaram teores abaixo do normal. Para 'Marianna 2624' o nutriente K se encontrava em nível normal, único que mudou sua classificação quando comparado às estacas herbáceas.



**Figura 4:** Estacas herbáceas de porta-enxertos de pessegueiro e ameixeira, mantidas em caixa plastica contendo vermiculita por 50 dias, em casa de vegetação A- 'Flordaguard' com AIB; B- 'Flordaguard' sem AIB; C- 'Genovesa' com AIB; D- 'Genovesa' sem AIB; E- 'Marianna 2624' com AIB; F- 'Marianna 2624' sem AIB. UFPEL, 2014.

## DISCUSSÃO

Com base nos resultados obtidos, verificou-se que as taxas de enraizamento, em ambos os experimentos, variaram principalmente em função da cultivar e da utilização da solução de AIB, conforme pode ser observado nas Tabelas 6 e 10.

As raízes adventícias são raízes que tem origem pós-embrionárias, surgindo de caules e folhas a partir de tecidos que não compõem o periciclo (GEISS et al., 2009). Há pelo menos duas maneiras pelas quais essas raízes são formadas: por organogênese direta a partir de tipos de células estabelecidas (como o câmbio) e de tecido caloso, oriundos de danos mecânicos (como nas estacas). Este processo de formação das raízes está dividido em fases, que compreendem a indução onde ocorre a desdiferenciação celular decorrente de estímulos promovidos pelas auxinas, onde os primórdios radiculares surgem entre os feixes vasculares que acumularam grãos de amido, os quais são degradados fornecendo energia ao processo. A partir disto, as células estimuladas pela auxina tornam-se vinculadas com a formação das raízes, e então o processo passa para a fase seguinte, que é a diferenciação e crescimento (POP, PAMFIL e BELLINI, 2011).

De acordo com Canli e Bozkurt (2009) as taxas de enraizamento em espécies lenhosas são maiores em estacas tratadas com AIB, sendo que com níveis intermediários a altos como 1.500 e 2.000 mg L<sup>-1</sup>, o enraizamento é muito mais significativo. Estes mesmos autores, trabalhando com estacas semi-lenhosas de ameixeira 'Sarielik', tratadas com AIB (2.000 mg L<sup>-1</sup>), tiveram uma taxa de enraizamento de 75%, valor que se aproxima aos obtidos no presente ensaio. Porém, em estacas não tratadas com AIB, a porcentagem de enraizamento foi muito baixa (10,8%), valor muito inferior ao obtido no presente trabalho onde a média de enraizamento foi 65,36% para estacas herbáceas e 51,22% para semi-lenhosas.

Os resultados obtidos para o número de raízes por estaca e comprimento médio das três maiores raízes corroboram com os resultados encontrados por Cardoso et al. (2011), em trabalho realizado com estacas semi-lenhosas de pessegueiro da cultivar Okinawa, onde o tratamento com AIB (2.000 mg L<sup>-1</sup>) proporcionou as maiores médias de raízes por estaca e o maior

comprimento de raízes. Aguiar et al. (2005), Mindelo Neto et al. (2006), Canli e Bozkurt (2009) e Sulusoglu e Cavusoglu (2010), também observaram que estacas de *Prunus* spp., tratadas com AIB tiveram melhor enraizamento que as não tratadas. Em trabalho realizado por Aguiar et al. (2005), estacas semi-lenhosas de pessegueiro cultivar Okinawa tratadas com 2.000 mg L<sup>-1</sup> de AIB, tiveram maior produção de massa seca das raízes, fato que concorda com o resultados encontrados no presente ensaio.

Deve-se observar que o processo de rizogênese de uma estaca é complexo e dependente de várias etapas que envolvem, além de fatores externos, os mecanismos da própria planta, para garantir o estabelecimento pleno das raízes, e para que estas tenham qualidade suficiente para posteriormente formar uma muda. Mindello Neto e Balbinot Junior (2004) destacam a importância da manutenção das folhas nas estacas, que é condição determinante para a formação das raízes, independente do tratamento com AIB, pois a presença de folhas nas estacas, associada à concentração ideal de AIB, promovem melhor enraizamento do que estacas sem folhas na ausência de reguladores de crescimento.

A presença das folhas na estaca está relacionada com a porcentagem de estacas que se mantém vivas, pois as folhas são fonte de auxinas, e favorecem a diferenciação celular, pois são responsáveis pela síntese de fotoassimilados (AGUIAR et al., 2005). Para manter o suprimento adequado de carboidratos, necessários para formação de raízes, é importante manter as folhas na estaca, bem como a sua funcionalidade, evitando a desidratação e a queda prematura das mesmas (MINDELLO NETO et al., 2006). No presente trabalho, todas as cultivares mantiveram pelo menos um par de folhas originais, nas estacas herbáceas, e desta forma a porcentagem de enraizamento foi elevada, mesmo no tratamento sem uso de regulador de crescimento. No entanto, para estacas semi-lenhosas, a cv. Flordaguard não manteve suas folhas originais e apresentou porcentagens de enraizamento inferior às cultivares Marianna 2624 e Genovesa (Tabela 7 e 6).

As fases fisiológicas do enraizamento estão diretamente correlacionadas com alterações na concentração de auxina endógena, cuja concentração adequada é normalmente associada com uma elevada taxa de enraizamento, quando no início deste processo (POP, PAMFIL e BELLINI,

2011). Segundo relatado por Gontijo et al. (2003), tão importante quanto a concentração dos reguladores de crescimento na indução do enraizamento adventício é a existência de um adequado equilíbrio hormonal endógeno, que pode ser afetado pela aplicação exógena de reguladores de crescimento. De acordo com Pop, Pamfil e Bellini(2011) quando ocorre aplicação exógena de auxina em estacas, a concentração da auxina endógena se eleva, estimulando o início do processo de enraizamento.

Isso pode ser evidenciado no trabalho realizado por Sulusoglu e Cavusoglu (2010) com estaquia semi-lenhosa de cerejeira (*Prunus laurocerasus L.*) e com seis doses crescentes de AIB, onde estacas não tratadas tiveram a porcentagem de enraizamento abaixo de 50%, enquanto que a aplicação de 2.000 a 4.000 mg L<sup>-1</sup> de AIB promoveu de 80 a 100% de enraizamento, provavelmente por ser a dosagem que estabeleceu o equilíbrio hormonal nas estacas. No entanto, quando aumentaram a dose de AIB para 6.000 e 8.000 mg L<sup>-1</sup> a porcentagem de enraizamento não passou dos 30%, significando que a concentração de AIB ultrapassou o limite ótimo do balanço hormonal necessário à indução do enraizamento, tornando-se prejudicial.

A inibição observada quando as concentrações de auxina excedem os níveis ótimos é em geral atribuída à biossíntese de etileno induzida por auxina, através do aumento da atividade da ACC sintase (enzima responsável pela síntese do precursor do etileno). O controle do alongamento da raiz exercido pela auxina tem sido difícil de demonstrar, pois enquanto as raízes necessitam de uma concentração mínima de auxina para crescer, seu crescimento é fortemente inibido por concentrações que promovam o alongamento de caules (TAIZ e ZEIGER, 2013).

A nutrição mineral das plantas matrizes é outro fator que pode influenciar nas respostas das estacas quanto à formação das raízes, pois de acordo com Cunha et al. (2009), a iniciação radicular é influenciada pelo teor inicial de nutrientes presentes na base da estaca, uma vez que não ocorre mobilização destes nutrientes nesta fase. No entanto, a mobilização durante o crescimento e desenvolvimento da raiz ocorre principalmente de forma basípeta a partir dos brotos, sugerindo que a influência da nutrição mineral na iniciação radicular é altamente dependente dos níveis iniciais presentes na base da estaca, onde as raízes são formadas.

No presente trabalho se observou um contraste em relação aos níveis de alguns elementos minerais entre cultivares. Verificou-se que durante a fase fenológica em que se coletou as estacas herbáceas, 'Genovesa' apresentou níveis de P abaixo do recomendado e níveis de Fe normais. Nas estacas semi-lenhosas, o P também foi deficiente em 'Genovesa' e em 'Marianna 2624', diferente de 'Flordaguard' que apresentou níveis normais (Tabela 9).

As diferentes porcentagens de enraizamento das cultivares testadas neste trabalho podem também estar relacionadas aos diferentes níveis de alguns nutrientes, como é o caso da cultivar Genovesa, que apresentou o melhor desempenho rizogênico, com altas taxas de enraizamento, número e comprimento das raízes, mesmo sem utilização de AIB. Porém, foi a única cultivar que teve os níveis de P considerados abaixo do normal, nas duas épocas de coleta. Esta cultivar também apresentou os maiores valores de massa seca das raízes, com e sem AIB nas duas épocas de coleta. Este fato concorda com Yang et al. (2009), que testando a suplementação de P em plantas de *Brassica*, verificaram que a deficiência de P levou a um aumento da massa seca das raízes. Segundo Hermans et al. (2006), este tipo de resposta se deve ao fato da limitação de P induzir o aumento da alocação de assimilados para as raízes e, conseqüentemente, o maior acúmulo de carboidratos.

Esta realocação de carboidratos altera a expressão de genes envolvidos na resposta das plantas à baixa disponibilidade de P, incluindo a otimização bioquímica da raiz para adquirir P do solo, através do aumento da expressão e atividade de transportadores de fosfato inorgânico (Pi) (HAMMOND e WHITE, 2011). Em *Arabidopsis thaliana* foi identificado o fator de transcrição *MYB-AtPHR1*, como sendo o primeiro componente relacionado a via de sinalização de Pi, onde a proteína AtPHR1 se liga a uma sequência palíndromo imperfeita (P1BS; GNATATNC) presente nas regiões promotoras de muitos genes, cuja expressão responde sistemicamente à deficiência de P (BUSTOS et al., 2010; HAMMOND e WHITE, 2011).

Em regiões tropicais e subtropicais, como no Brasil, o P normalmente se apresenta em baixas concentrações disponíveis às plantas, devido ao elevado teor de óxidos e hidróxidos de ferro (Fe) e alumínio (Al), o que torna o solo mais ácido e o fósforo menos disponível (KOCHIAN et al., 2004). Para

contornar esse problema, algumas espécies de plantas podem desenvolver mecanismos adaptativos, onde, sob deficiência de P, alterações na arquitetura da raiz são induzidas devido a sinalizações do ambiente com baixas concentrações do nutriente, gerando as modificações características com objetivo de aumentar a absorção deste elemento (SILVA e DELATORRE, 2009).

A disponibilidade de nutrientes nos tecidos influencia tanto o número quanto a localização dos sítios de iniciação de raízes laterais. O aumento da sensibilidade à auxina, nestes sítios, está correlacionado com a deficiência de Pi, que pode induzir um aumento da expressão de genes de resposta a auxina, sugerindo que a deficiência de Pi induz o aumento da sensibilidade ao hormônio, promovendo um transporte basípeto de auxina mais intenso estimulando a formação de primórdios de raízes laterais (JAIN et al., 2007).

Este aumento do transporte pode ser resultado do aumento da acidificação do apoplasto por meio do pirofosfato ativado pela deficiência de Pi (LI et al., 2005). Além disso, ocorre uma mudança na capacidade de resposta a auxina nas raízes primárias em relação às raízes laterais, o que sugere uma redistribuição de auxina (NACRY et al., 2005). Além disso, os primórdios radiculares também podem tornar-se competentes para sintetizar auxina (LJUNG et al., 2005), sugerindo, portanto, um fluxo de auxina de várias fontes, mediada pelas respostas à falta de P.

O mecanismo envolvido nas mudanças induzidas pela deficiência de P e pelas concentrações locais de auxina ou o seu transporte no sistema da raiz ainda é desconhecido (LÓPEZ-BUCIO et al., 2005). No entanto, candidatos potenciais que influenciam neste processo poderiam ser os flavonóides, ou reguladores endógenos do transporte polar de auxina. Estudos mostram que o transporte de auxina é aumentado na ausência de flavonóides. A complexidade e a multiplicidade de efeitos da deficiência de P nos tecidos das plantas pode ser ainda mediado pelo fato de que há uma aparente falta de interação entre as respostas de deficiência de P localizada e sistêmica (JAIN et al., 2007).

Além disso, análises detalhadas da arquitetura do sistema radicular em *Arabidopsis* deficientes em P sugerem uma mudança no transporte de auxinas. Foi verificado que a expressão do gene *TIR1*, que codifica o componente receptor de auxina na proteína ubiquitina ligase, é aumentado pela deficiência

de P (PERES-TORRES et al., 2008). Isso resulta na degradação de AUX/IAA, que são repressores da resposta à auxina, permitindo, desta forma, a expressão de fatores de transcrição ARF (Auxin Response Factors), que modulam a expressão de genes que permitirão a iniciação e emergência de raízes laterais (PERES-TORRES et al., 2008).

Outro nutriente que possivelmente tenha influenciado na taxa de enraizamento foi o Fe, pois existem evidências do envolvimento deste elemento mineral na promoção enraizamento. De acordo com Bucio, Ramirez e Estrella (2003), a baixa disponibilidade de ferro induz alterações morfológicas nas células epidérmicas da raiz semelhantes as induzidas pela deficiência de P. Quando o ferro é limitante, a formação de raiz adventícia aumenta. Embora as concentrações de Fe e P apresentem efeitos semelhantes sobre a formação de raízes, Schmidt e Schikora (2001), ao analisar mutantes de resposta a auxina, sugeriram que o desenvolvimento das raízes em resposta ao Fe e P são mediadas por diferentes vias de sinalização.

Sendo assim, o Fe pode ter influenciado a taxa de enraizamento das estacas do presente trabalho, pois os seus níveis variaram entre as cultivares e épocas de coleta. Nas estacas herbáceas a cultivar Genovesa, com níveis normais de Fe teve também o maior enraizamento (98,33% com AIB e 94,43% sem AIB), enquanto que nas estacas semi-lenhosas, com níveis considerados abaixo do normal, a porcentagem de estacas enraizadas permaneceu elevada (94,75% com AIB e 52% sem AIB). Provavelmente, esta deficiência tenha sido compensada pela baixa disponibilidade de P. De acordo Ward et al. (2008) estes dados também podem estar correlacionados com o fato de que, quando o Fe interage com P, nos tecidos da planta, ocorre a formação de precipitados que resultam na redução da disponibilidade de ambos os nutrientes. Desta forma, a retenção de P pelas raízes aumenta e a translocação para a parte aérea diminui dependendo da concentração de Fe nos tecidos, demonstrando que o Fe atua como uma barreira ao movimento de P.

Durante o desenvolvimento das raízes o efluxo de AIA é aparentemente regulado por Ca, sendo que o transporte polar de AIA está ligado ao transporte acrópeto de Ca, demonstrando a interação entre esses dois fatores. O Cálcio desempenha papel essencial na fase de formação das

raízes adventícias, seja como mineral, ou como mensageiro secundário na ação de auxinas (MARSCHNER, 1995; CUNHA et al., 2009).

Além do Cálcio, a diferença observada nos dados de enraizamento entre as cultivares também pode ser justificada pelos diferentes níveis de Mn, pois de acordo com Marschner (1995) e Souza e Pereira (2007), dependendo da fase do enraizamento e do teor na planta, ele promove a ação de enzimas que oxidam AIA, como peroxidases com ação AIA oxidase. Em plantas deficientes em Mn, a atividade de AIA oxidase é muito alta, fato que pode ter ocorrido neste ensaio, na cultivar Genovesa, onde a porcentagem de estacas enraizadas e o número de raízes por estaca foram altos, com níveis de Mn, nesta cultivar, dentro do normal para a cultura. Entretanto, 'Flordaguard', que também apresentou níveis normais de Mn, teve uma alta porcentagem de estacas enraizadas (90%) apenas nas estacas herbácea e com tratamento de AIB, os demais valores, foram sempre inferiores aos de 'Genovesa'. O Mn, também está envolvido no alongamento celular, de forma que sob deficiência, ocorre declínio na expansão ou extensão celular. Esse fato foi observado neste ensaio, onde estacas de 'Marianna 2624', com baixos níveis de Mn, apresentaram raízes menores que as de 'Genovesa'. Assim, observam-se requerimentos opostos em relação a este nutriente durante a rizogênese, pois ele pode ser prejudicial à iniciação das raízes adventícias, mas é fundamental na fase de desenvolvimento (MARSCHNER, 1995; KIRKBY e RÖMHELD, 2007).

O Zn também é um dos responsáveis pela manutenção das estacas vivas e muito importante para a formação dos brotos, uma vez que quando deficiente ocorre a redução no crescimento e tamanho das folhas, sendo essas características relacionadas a distúrbios no metabolismo das auxinas (MARSCHNER, 1995). As concentrações de Zn nas estacas deste ensaio não apresentaram grandes variações entre as cultivares e as épocas de coleta, com níveis considerados abaixo do normal. Entretanto, apesar dos níveis insuficientes, segere-se que este não foi o principal fator determinante dos percentuais de enraizamento nas diferentes cultivares, pois todas apresentavam valores abaixo do normal necessário.

Entretanto, podemos também considerar que as respostas diferenciadas das cultivares quanto à capacidade de formar raízes adventícias

em estacas é consequência da constituição genética destas cultivares, que resultam em um potencial de enraizamento diferenciado entre elas (TOFANELLI et al., 2002). Vários trabalhos, com diversas espécies, foram realizados demonstrando que a adubação da planta matriz é fator determinante para o sucesso do enraizamento (MALTA et al., 2002; AMOR e MARCELIS, 2005; MONTEGUTI et al. , 2008). Albertino et al. (2012), compararam o enraizamento e desenvolvimento de estacas de guaranazeiro oriundas de plantas matrizes que receberam adubações anuais, em relação às que não receberam e verificaram que houve efeito significativo da adubação na porcentagem de estacas enraizadas (68,1% com adubação), estacas mortas (40% sem adubação) e número de raízes por estaca (11,63 com adubação) de cinco cultivares.

Neste contexto, embora não se tenha testado efeito diferencial da nutrição mineral das plantas matrizes, nota-se que a propagação de porta-enxertos pelo método de estaquia está associado a escolha da cultivar a ser propagada, bem como um balanço nutricional adequado da planta matriz, que garanta interação com o fator AIB para se obter uma boa taxa de enraizamento e um bom desenvolvimento da nova planta formada. Somado a isso, resultados obtidos comprovam que embora o fator genético tem relevância frente ao enraizamento, o uso do regulador de crescimento AIB demonstrou ser responsável pelo aumento significativo na taxa de enraizamento de estacas das cultivares avaliadas.

No presente trabalho, mesmo observando uma clara associação entre os níveis de elementos minerais como o Fe e P, com as porcentagens de enraizamento de 'Genovesa' e 'Marianna 2624', esse resultados carecem de uma investigação mais detalhada. No mesmo sentido, mesmo com os resultados satisfatórios de enraizamento para as três cultivares avaliadas, ainda são necessários estudos complementares para a avaliação do comportamento destes porta-enxertos quanto à capacidade de aclimação pós-enraizamento e transferência para o campo.

## **CONCLUSÕES**

É viável a propagação dos porta-enxertos 'Flordaguard', 'Genovesa' e 'Marianna 2624' por estaquia herbácea e semilenhosa, com a utilização de solução de AIB em concentração de 2.000 mg L<sup>-1</sup>.

O fator genético é determinante nas taxas de enraizamento e a cultivar Genovesa apresenta as maiores porcentagens de enraizamento e qualidade de raízes, tanto com ramos herbáceos como semi-lenhosos especialmente quando tratadas com AIB.

A composição mineral dos tecidos das estacas demonstra ter influencia no enraizamento, destacando-se a associação entre os níveis de elementos minerais como o Fe e P

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL. Pêssego e Ameixa: **anúário da agricultura brasileira**, São Paulo, p. 158-403, 2012.

AGUIAR, R.S.; SANTOS, C.E.; ZIETEMANN, C.; ASSIS, A.M.; MORAIS, V.J.;ROBERTO, S.R. Enraizamento de estacas semilenhosas do pessegueiro 'Okinawa' submetidas a diferentes dosagens de ácido indolbutírico. **Acta Scientiarum Agronomy**. Maringá, v. 27, n. 3, p. 461-466, 2005.

ALBERTINO, S. M. F.; NASCIMENTO FILHO, F. J. do; SILVA, J. F. da; ATROCH, A. L.; GALVÃO, A. K. de L. Enraizamento de estacas de cultivares de guaranazeiro com adubação de plantas matrizes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.47, p.1449-1454, 2012.

ALCANTARA, G.B.; OLIVEIRA, Y.; LIMA, D.M.; FOGAÇA, L.A.; PINTO, F.; BIASI, L.A. Efeito dos ácidos naftaleno acético e indolilbutírico no enraizamento de estacas de jambolão [*Syzygium cumini* (L.) Skeels]. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**. Botucatu, v.12, p.317-321, 2010.

AMOR, F.M. del; MARCELIS, L.F.M. Response of Plant Growth to Low Calcium Concentration in the Nutrient Solution. **Acta Horticulturae**, USA, v.1, p.529 - 533, 2005.

BLAKESLEY, D; WESTON, G.D.; HALL, J.F.The role of endogenous auxin in root initiation.**Plant Growth Regulation**, USA, v.10, p.341-353, 1991.

BUSTOS, R.; CASTRILLO, G, LINHARES, F.; RUBIO, V.; PÉREZ-PÉREZ, J.; SOLANO, R.; LEYVA, A.; PAZ-ARES, J. A central regulatory system largely controls transcriptional activation and repression responses to phosphate starvation in Arabidopsis. **PLoS Genetics**, USA, v. 6, p. 1001-1002, 2010

CANLI, F. A, e BOZKURT, S. Effectsof Indolebutyric Acid on Adventitious Root Formation from semi-hardwood cuttings of ' Sarierik' plum.**Journal of Applied Biological Sciences**, Turkey, v. 3, p. 45-48, 2009.

CARDOSO, C.; YAMAMOTO, L.Y.; PRETI, E.A.; ASSIS, A.M.; NEVES, C.S.V.J.; ROBERTO, S.R. AIB e substratos no enraizamento de estacas de pessegueiro 'Okinawa' coletadas no outono. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.32, p.1307-1314. 2011. \_

CHAGAS, E.A.; PIO, R.; NETO, J.E.B.<sup>1</sup>; SOBIERAJSKI, G.R.; DALL'ORTO, F.A.C.; SIGNORINI, G. Enraizamento de estacas lenhosas de pessegueiro e clones de umezeiros submetidos à aplicação de AIB. **Ciência e Agrotecnologia**, Viçosa, v.32, n.3, p. 986-991, 2008.

CUNHA, A.C.M.C.M.; PAIVA, H.N.; XAVIER, A. OTONI, W.C. Papel da nutrição mineral na formação de raízes adventícias em plantas lenhosas. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n. 58, p. 35-47, 2009.

DUVAL, H.; HOERTER, M.; POLIDORI, J.; CONFOLENT, C.; MASSE, M.; MORETTI, M.; Van GHELDER, C.; ESMENJAUD, D. High-resolution mapping of the RMia gene for resistance to root-knot nematodes in peach. **Tree Genetics & Genomes**, USA, n.10, p. 297-306, 2013.

EXADAKTYLOU, E.; THOMIDIS, T.; GROUT, B.; ZAKYNTHINOS, G.; TSIPOURIDIS, C. Methods to improve the rooting of hardwood cutting of 'Gisela 5' cherry rootstock. **HortTechnology**, USA, v.2, p.254-259, 2009.

FACHINELLO, J. C.; SILVA, C. A. P.; SPERANDIO, C.; RODRIGUES, A. C.;STRELOW, E. Z. Resistência de porta-enxertos para pessegueiro e ameixeira aosnematóides causadores de galhas (*Meloidogyne* spp.). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, p. 69-72, 2000.

FELDBERG, N.P.; BARBOSA, W.; MAYER, N.A.; SANTOS, F.M.C. Propagação vegetativa de porta-enxertos de pereira por estacas semi-lenhosas. **Revista Ceres**, Viçosa, v.57, p.810-816. 2010.

FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v.6, p.36-41, 2008.

FRANZON, R.C.; CARPENEDO, S.; SILVA, J.C.S. **Produção de mudas: principais técnicas utilizadas na propagação de fruteiras**. EMBRAPA Cerrados, documento 283, ISSN online 2176-5081, Brasília, 2010.

GONTIJO, T.C.A.; RAMOS, J.D.; MENDONÇA, V.; PIO, R.; ARAÚJO NETO, S.E.; CORRÊA, F.L.O. Enraizamento de diferentes tipos de estacas de aceroleira utilizando ácido indolbutírico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.2, p.290-292, 2003.

HAISSIG, B. E.; DAVIS, T.D. A historical evaluation of adventitious rooting research. In: DAVIS, T.D.; HAISSIG, B.E. (Ed). **Biology of adventitious roots formation**, USA, 1993. p.275-331.

HAMMOND, J.P.; WHITE, P.J. Sugar Signaling in Root Responses to Low Phosphorus Availability. **Plant Physiology**, USA, v.156, p.1033–1040, 2011.

HAN, H.; ZHANG, S.; SUN, X. A review on the molecular mechanism of plants rooting modulated by auxin. **African Journal of Biotechnology**, South Africa, v.8, p.348-353, 2009.

HARTMANN, H. T. KESTER D. E.; DAVIS JR., F. T. **Plant propagation: principles and practices**. New Jersey:Prentice Hall, 2002. 880 p.

HERMANS, C.; HAMMON, J.P.; WHITE, P.J.; VERBRUGGEN, N. How do plants respond to nutrient shortage by biomass allocation? **Trends in Plant Science**, USA, v. 11, p. 610–617, 2006.

HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; BERNARDI, J. **Sistema de produção de pêssego de mesa na região da serra gaúcha**. Pelotas, Versão Eletrônica 2003.

JAIN, A.; POLING, M.D.; KARTHIKEYAN, S.A.; BLAKESLEE, J.J.; PEER, W.A.; BOOSAREE, T.; MURPHY, A.S.; RAGHOTHAMA, K.G. Differential Effects of Sucrose and Auxin on Localized Phosphate Deficiency-Induced Modulation of

Different Traits of Root System Architecture in Arabidopsis. **Plant Physiology**, USA, v.144, p. 232–247, 2007.

KIRKBY, E.A.; RÖMHELD, V. Micronutrientes na fisiologia de plantas: funções na absorção e mobilidade. Encarte técnico: Informações Agronômicas. **International Plant Institute**, Miami, n.118, p.24, 2007.

KOCHIAN, L.V.; HOEKENGA, O.A.; PIÑEROS, M.A. How do crop plants tolerate acid soils? Mechanisms of aluminum tolerance and phosphorous efficiency. **Annual Review of Plant Biology**, USA, v.55, p.459-493, 2004.

LIN, W.Y.; LIN, S.I.; CHIOU, T.J. Molecular regulators of phosphate homeostasis in plants. **Journal of Experimental Botany**, USA, v.60, p.1427–1438, 2009.

LJUNG, K.; BHALERÃO, R.P.; SANDBERG, G. Sites and homeostatic control of auxin biosynthesis in Arabidopsis during vegetative growth. **The Plant Journal**, Spain, v. 28, p. 465–474. 2001.

LOPEZ-BUCIO, J.; CRUZ-RAMIREZ, A.; LUIS HERRERA-ESTRELLA, L. The role of nutrient availability in regulating root architecture. **Current Opinion in Plant Biology**, Amsterdam, v.6, p.280–287, 2003.

LÓPEZ-BUCIO, J.; HERNÁNDEZ-ABREU, E.; SÁNCHEZ-CALDERÓN, L.; PÉREZ-TORRES, A; RAMPEY, R.A.; BARTEL, B.; HERRERA-ESTRELLA, L. An auxin transport independent pathway is involved in phosphate stress-induced root architectural alterations in Arabidopsis: identification of BIG as a mediator of auxin in pericycle cell activation. **Plant Physiology**, USA, v.137, p.681–691, 2005

MALTA, M.R.; FURTINI NETO, A. E.; ALVES, J.D.; GUIMARAES, P.T.G. Efeito da aplicação de zinco via foliar na síntese de triptofano, aminoácido e proteínas solúveis em mudas de caféiro. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Lavras, v.14, n.1, p. 31-37, 2002.

MARSCHNER, H. (Ed.) **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press. p. 889, 1995.

MAYER, N.A.; PEREIRA, F.M.; SANTOS, J.M. dos. Resistência de clones de umezeiro e cultivares de pessegueiro a *Meloidogyne incógnita* (Nemata: Heteroderidae). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.27, p.335-337, 2005.

MAYER e ANTUNES. EMBRAPA Clima Temperado. **Diagnóstico do Sistema de Produção de Mudanças de Prunóideas no Sul e Sudeste do Brasil**. Documentos 293. ISSN 1806-9193. Versão Eletrônica, Pelotas, 2010.

MINDELLO NETO, U.R. Estaquia herbácea de pessegueiro cv. 'Charme', em função de diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB) e números de folhas. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.12, p.27-29, 2006.

MONTEGUTI, D., BIASI, L.A., PERESUTI, R.A., SACHI, A.T., OLIVEIRA, O.R., SKALITZ, R. Enraizamento de estacas lenhosas de porta-enxertos de videira com uso de fertilizante orgânico. **Scientia Agraria**, Piracicaba, n. 9, p. 99-103, 2008.

NACRY, P.; CANIVENC, G.; MULLER, B.; AZMI, A.; ONCKELEN, H.V.; ROSSIGNOL, M.; DOUMAS, P. A role for auxin redistribution in the response of the root system architecture to phosphate starvation in *Arabidopsis*. **Plant Physiology**, USA, v.138, n.2061–2074, 2005.

OLIVEIRA, R.J.P.; BIANCHI, V.J.; AIRES, R.F.; CAMPOS, A.D. Teores de carboidratos em estacas lenhosas de mirtilheiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.34, p 1199-1207, 2012.

PÉREZ-TORRES, C.A.; LÓPEZ-BUCIO, J.; CRUZ-RAMÍREZ, A.; IBARRA, L.; DHARMASIRI, S.; ESTELLE, M.; HERRERA-ESTRELLA, L. Phosphate availability alters lateral root development in *Arabidopsis* by modulating auxin sensitivity via a mechanism involving the TIR1 auxin receptor. **Plant Cell**, USA, v.20, p. 3258–3272, 2008.

PICOLOTTO, L.; Manica-Berto, R.; Pazin, D; Pasa, M.S.; Schmitz, J.D.; Prezotto, M.E.; Betemps, D.; Bianchi, V. J.; Fachinello, J. C. et al. Características vegetativas, fenológicas e produtivas do pessegueiro cultivar Chimarrita enxertado em diferentes porta-enxertos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, p.583-589, 2009.

PIO, R.; RAMOS, J.D.; CHALFUN, N.N.J.; COELHO, J.H.C.; GONTIJO, T.C. A.; CARRIJO, E. Enraizamento de estacas apicais de figueira tratadas com sacarose e ácido indolbutírico por imersão rápida. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 9, p. 35-38, 2003.

POP, T.I.; PAMFIL, D.; BELLINI, C. Auxin control in the formation of adventitious roots. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanic Cluj-Napoca**, Romenia, v.1, p.307-316, 2011.

RADMANN, E.B.; BIANCHI, V.J.; OLIVEIRA, R.P.; FACHINELLO, J.C. Multiplicação in vitro e alongamento das brotações micropropagadas do porta-enxerto 'Tsukuba 1' (*Prunus persica* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 3, p. 656-663, 2009.

RIBAS, C.P.; GOMES, F. G. D.; LEONOR, R. BIASI, L. A.; MARÇALLO, F. A. Ácido indolbutírico no enraizamento de estacas semilenhosas das cultivares de pessegueiro 'della nona' e 'eldorado'. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.8, p.439-442, 2007.

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

RODRIGUES, A.C.; SILVEIRA, C.A.P.; FORTES, G.R. de L.; FACHINELLO, J.C.; SILVA, J.B. Estabelecimento e multiplicação in vitro de *Prunus* sp. em diferentes meios de cultura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.1, p.131-133, 2003.

ROLAS. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.** (Ed. 10<sup>o</sup>), Porto Alegre, p. 224-272, 2004.

SCHIMITZ, J.D.; BIANCHI, V.J.; PASA, M.S.; KULKAMP, A.L.; FACHINELLO, J.C. Vigor e produtividade do pessegueiro 'Chimarrita' sobre diferentes portaenxertos. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.18, p.01-10, 2012.

SCHMIDT, W.; SCHIKORA, A. Different pathways are involved in phosphate and iron stress-induced alterations of root epidermal cell development. **Plant Physiologi**, USA, v.125, p.2078-2084, 2001.

SILVA, A.A.; DELATORRE, C.A. Alterações na arquitetura de raiz em resposta à disponibilidade de fósforo enitrogênio. **Revista de Ciências Agroveterinárias**. Lages, v.8, p. 152-163, 2009.

SOUZA, S.R.; FERNANDES, M.S. Nitrogênio. In: FERNANDES, M.S. (Ed) **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciencia do Solo, p. 215-252, 2006.

SOUZA, A.V.; PEREIRA, A.M.S. Enraizamento de plantas cultivadas *in vitro*. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**. Botucatu, v.9, n.4, p.103-117, 2007.

SULUSOGLU, M.; CAVUSOGLU, A. Vegetative propagation of Cherry laurei (*Prunus laurocerasus* L.) using semi-hardwood cuttings. **African journal of Agricultural Research**, South Africa, v.5, p 3196-3202, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. (5<sup>o</sup> Ed.) Porto Alegre: Artmed, p. 561-564 2013.

TOFANELLI, M. B. D.; CHALFUN, N. N. J.; HOFFMANN, A.; JUNIO, A. C. Efeito do ácido indolbutírico no enraizamento de ramos semilenhosos de pessegueiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, p.939-944, 2002.

TOFANELLI, M. B. D.; RODRIGUES, J. D.; ONO, E. O. Método de aplicação de ácido indolbutírico no enraizamento de estacas herbáceas de pessegueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Piracicaba, v.25, p. 63-364, 2003.

YANG, J; ZHU, Z.; GERENDÁS, J. Interactive effects of phosphorus supply and light intensity on glucosinolates in pakchoi (*Brassica campestris* L. ssp. *chinensis* var. *communis*). **Plant and Soil**, Holanda, v. 333, p. 323:323, 2009.

WARD, T.J.; LAHNER, B.; YAKUBOVA, E.; SALT, D.E.; RAGHOTHAMA, K.G. The effect of iron on the primary root elongation of arabidopsis during phosphate deficiency. **Plant Physiology**, USA, v.147, p.1181–1191, 2008.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O trabalho desenvolvido permitiu obter resultados considerados de interesse para o setor da persicultura, no que diz respeito a multiplicação de cultivares de porta-enxerto. Os resultados obtidos confirmam que a estaquia herbácea e semi-lenhosa permitem a obtenção de material vegetal de uma forma mais rápida e em maior quantidade quando comparado com os métodos de multiplicação clássica, apresentando também a vantagem de evitar a disseminação de doenças. O estudo das respostas fisiológicas no desenvolvimento de mudas são importantes pois possibilitam a utilização do conhecimento gerado por produtores rurais e viveiristas, além de serem empregados no melhoramento genético da cultura.

Os estudos fisiológicos envolvendo a comparação do enraizamento de cultivares de porta-enxerto e a relação entre o estado nutricional das plantas matrizes e a utilização de reguladores de crescimento exógenos não são muito expressivos. Desta forma, estudos mais aprofundados deste fatores e a identidade genética possivelmente responsável pelas diversas respostas, tornam-se necessários para o manejo adequado proporcionando desta forma uma produção de qualidade.

## ANEXO 1

**Quadro 1:** Classificação do conteúdo de nutrientes de acordo com o manual de adubação e calagem para Rio Grande do Sul e Santa Catarina (Rolas, 2004). Para estacas herbáceas de três cultivares *Prunus* spp. UFPEL, 2014.

Níveis do nutriente	Flordaguard							
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn
Insuficiente	X			X	X			
Abaixo do normal						X		X
Normal		X	X				X	
Acima do Normal								
Genovesa								
Insuficiente	X			X	X			
Abaixo do normal		X						X
Normal						X	X	
Acima do Normal			X					
Marianna 2624								
Insuficiente	x			X	x	x		
Abaixo do normal							x	x
Normal		x						
Acima do Normal			x					

