



**Enraizamento adventício e desenvolvimento vegetativo de citrandarineiros  
(*Citrus sunki* hort. ex Tan. x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.) e progenitores  
propagados por estaquia**

**Adventitious rooting and vegetative development of citrus trees (*Citrus sunki*  
hort. ex Tan. x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.) and parents propagated by  
cuttings**

DOI: 10.55905/rdelosv16.n46-013

Recebimento dos originais: 07/08/2023

Aceitação para publicação: 05/09/2023

**Taís Altmann**

Doutora em Fitotecnia

Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Endereço: Porto Alegre - RS, Brasil

E-mail: taisaltmann91@hotmail.com

**Jucimar Szutkoski**

Graduado em Agronomia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Endereço: Porto Alegre - RS, Brasil

E-mail: juci.szutkoski@hotmail.com

**Gabriela Paiva Fioravanço**

Mestranda pelo Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia na área de concentração de

Sistemas de Produção Vegetal pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Endereço: Porto Alegre - RS, Brasil

E-mail: gabriela\_paiiva@hotmail.com

**Paulo Vitor Dutra de Souza**

Doutor em Agronomia, Bolsista de Produtividade CNPq

Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Endereço: Porto Alegre - RS, Brasil

E-mail: pvdsouza@ufrgs.br

**RESUMO**

A estaquia é um método alternativo para a propagação de porta-enxertos de citros. O objetivo deste trabalho foi avaliar o enraizamento adventício de estacas de porta-enxertos híbridos citrandarineiros e seus progenitores (*Citrus sunki* e *Poncirus trifoliata*) e comparar o desenvolvimento vegetativo das plantas ao de mudas, dos mesmos genótipos, propagadas por semente. Na primeira etapa do estudo, estacas semilenhosas dos porta-enxertos *C. sunki*, *P. trifoliata* e dos híbridos 'B05', 'A36' e 'A40' foram tratadas com 4000 mg L<sup>-1</sup> de ácido indolbutírico, plantadas em bandejas contendo substrato casca de arroz carbonizada e alocadas



em casa de vegetação. Após 90 dias foram avaliadas as variáveis de enraizamento. Na segunda etapa, estacas enraizadas e plântulas de origem nucelar foram transplantadas para recipientes (capacidade 5L), seguindo um delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 5 x 2 (cinco genótipos propagados através de dois métodos distintos), com 15 repetições composta por uma planta. Após 18 meses foram avaliadas as variáveis de desenvolvimento vegetativo das mudas. Os genótipos avaliados apresentaram elevado percentual de enraizamento ( $\geq 75\%$ ). Verificou-se que plantas propagadas por semente, comparadas às obtidas via estaquia, apresentaram maior altura, diâmetro do colo, área foliar, volume radicular e massa seca da parte aérea e das raízes. À exceção, mudas do híbrido 'A40' não diferiram quanto ao diâmetro do colo, volume radicular e massa seca das raízes das mudas obtidas através dos distintos métodos. A estaquia é um método de propagação viável para a obtenção de porta-enxertos clonais de citros avaliados. No entanto, sob as condições do estudo, as plantas propagadas por estaquia, comparadas às obtidas por semente, requerem um período maior de desenvolvimento para estarem aptas à enxertia.

**Palavras-chave:** citricultura, porta-enxertos, propagação vegetativa.

#### **ABSTRACT**

Stachy is an alternative method for the propagation of citrus rootstocks. The objective of this study was to evaluate the adventitious rooting of citrandarinero hybrid rootstock cuttings and their progenitors (*Citrus sunki* and *Poncirus trifoliata*) and to compare the vegetative development of plants to seedlings, of the same genotypes, propagated by seed. In the first stage of the study, semi-long stakes of the rootstocks *C. sunki*, *P. trifoliata* and of the hybrids 'B05', 'A36' and 'A40' were treated with 4000 mg L<sup>-1</sup> indolbutyric acid, planted in trays containing substrate carbonized rice husk and allocated in a vegetation house. After 90 days, rooting variables were evaluated. In the second stage, rooted cuttings and seedlings of nuclear origin were transplanted into receptacles (capacity 5L), following an entirely casualized delineation, in a 5 x 2 factorial arrangement (five genotypes propagated through two distinct methods), with 15 repetitions composed of a plant. After 18 months, the vegetative development variables of the cuttings were evaluated. The genotypes evaluated showed a high percentage of rooting ( $\geq 75\%$ ). It was found that plants propagated by seed, compared to those obtained via stachy, showed greater height, neck diameter, foliar area, root volume and dry mass of the aerial part and roots. With the exception, seedlings of the hybrid 'A40' did not differ as to the diameter of the cervix, root volume and dry mass of the seedlings roots obtained by the different methods. Stachy is a viable propagation method for obtaining clonal rootstocks from evaluated citrus. However, under the conditions of the study, the plants propagated by cuttlefish, compared with those obtained by seed, require a longer period of development to be suitable for grafting.

**Keywords:** citriculture, rootstocks, vegetative propagation.

## **1 INTRODUÇÃO**

A citricultura mundial é sustentada por uma base genética limitada de porta-enxertos, e, no Brasil, não é diferente. Diversos autores destacam a importância da diversificação da base



genética de porta-enxertos para a citricultura (Schäfer, Bastianel & Dorneles, 2001; Agustí, 2003; Aznar & Fayos, 2006; Oliveira & Scivittaro, 2011). A falta de diversificação confere grande vulnerabilidade aos cultivos, e por isso, é de interesse do setor citrícola aumentar a disponibilidade de materiais adaptados às diferentes condições de cultivo das regiões produtoras, especialmente no Rio Grande do Sul, onde, há décadas, predomina a utilização do porta-enxerto *Poncirus trifoliata* (L.) Raf. (Gonzatto, Oliveira, Souza, Schwarz & Souza, 2018; Sulzbach *et al.*, 2016).

Uma nova geração de porta-enxertos vem sendo desenvolvida através de hibridações entre diferentes genitores, em diferentes programas de melhoramento genético no Brasil e no mundo (Soares, Cunha, Passos & Souza, 2013; Soares, 2016; Jardim & Schwarz, 2018; Gonzatto *et al.*, 2018). Entre os novos materiais, gerados e em avaliação, muitos são híbridos de *P. trifoliata*, principalmente genótipos citrandarineiros, obtidos através da hibridação entre *P. trifoliata* (progenitor masculino) e as tangerineiras ‘Sunki’ (*Citrus sunki* hort. ex Tan.) e ‘Cleópatra’ (*Citrus reshni* hort. ex Tan.), como progenitoras femininas (Blumer & Pompeu, 2005; Aznar & Fayos, 2006; Castle, 2010; Pompeu & Blumer, 2011; Schinor, Cristofani-Yaly, Bastianel & Machado, 2013).

A partir destas hibridações, busca-se reunir características de *P. trifoliata*, como a resistência à tristeza, à gomose (*Phytophthora* sp.); ao nematoide dos citros (*Tylenchulus semipenetrans*) e a resistência ao frio e tolerância a geadas; e características de interesse das tangerineiras, como a tolerância ao declínio dos citros, ao viroide da exocorte, à morte-súbita dos citros e a solos calcários. Além disso, objetiva-se obter materiais ananizantes ou semiananizantes, que induzam a formação de plantas de baixo e médio vigor com alta eficiência produtiva (Pompeu & Blumer, 2014).

A maioria das cultivares de citros produz sementes poliembriônicas, originando um ou mais embriões adventícios ao redor do embrião sexual (apomixia adventícia), em que os embriões adventícios são geneticamente idênticos à planta mãe (Nakano *et al.*, 2013). No entanto, também ocorrem espécies monoembriônicas, e ainda, espécies que produzem baixa quantidade de sementes (Oliveira, Soares, Passos, Scivittaro & Rocha, 2008), em que há dificuldade em se obter adequada quantidade de plântulas nucelares para o estabelecimento de populações em viveiros, e, desta forma, limitação na produção de mudas através do método de propagação tradicional (Hartmann, Kester, Davies, Geneve & Wilson, 2017). Entre estas espécies encontra-



se a tangerineira ‘Sunki’ (comum), que se caracteriza pelo baixo grau de poliembrião (< 20%), com formação de poucas sementes por fruto (entre 3 e 4) e média de 1,3 embriões por semente, com alta frequência de embriões zigóticos (> 50%) (Soares, Medrado, Cunha, Cunha & Passos, 2002; Weiler *et al.*, 2009; Santos, Girardi, Vieira, Ledo & Soares, 2015). Por sua vez, *P. trifoliata* possui grau de poliembrião intermediário (> 50%), com elevado número de sementes por fruto (entre 30 e 40) e média de 2,3 embriões por semente (Guerra, Schifino-Wittman, Schwarz, Souza & Weiler, 2012). Em estudo de Soares, Moreira, Cunha, Cunha e Passos (2000), avaliando populações obtidas através da hibridação *C. sunki* x *P. trifoliata*, além de outros parentais, observaram que, quanto menor a taxa de poliembrião dos progenitores maior será a taxa de embriões zigóticos nos porta-enxertos, comprometendo, assim, a conservação das características genéticas desejáveis.

A propagação vegetativa através da estaquia surge como um método alternativo para a obtenção de mudas de porta-enxertos, possibilitando a garantia da obtenção de material clonal. Além disso, porta-enxertos propagados através da estaquia podem requerer um menor período para o desenvolvimento das mudas, atingindo aptidão à enxertia em até oito meses, dependendo da variedade de porta-enxerto e das condições climáticas em que são produzidos (Mourão, Girardi & Couto, 2009; Oliveira, Rodrigues, Dantas, Soares & Girardi, 2014).

A habilidade de enraizamento adventício varia entre as espécies cítricas. De acordo com Cunha, Passos e Soares (2013), a cidreira, as limeiras e os limoeiros enraízam com facilidade, enquanto as laranjeiras doces, pomeleiros e tangerineiras não apresentam a mesma característica. No entanto, estudos desenvolvidos avaliando a estaquia em diferentes espécies cítricas apresentam ampla variação nos resultados, dependendo das condições do material propagativo, período de coleta, idade da planta matriz, uso de auxinas sintéticas e substrato utilizado (Andrade & Martins, 2003; Pio, Mourão, Mendes, Entelmann & Alves, 2006; Sarmiento, Schwarz & Souza, 2016; Sarmiento, Souza & Schwarz, 2016).

O objetivo do estudo foi avaliar o potencial de enraizamento adventício de estacas semilenhosas de porta-enxertos híbridos citrandarineiros e seus progenitores (*C. sunki* e *P. trifoliata*) e comparar o desenvolvimento vegetativo das plantas ao de mudas, dos mesmos genótipos, propagadas por semente.



## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em ambiente protegido, no Departamento de Horticultura e Silvicultura (DHS) da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), em Porto Alegre (30°29'S e 51°06'W), RS, Brasil. O clima da região, segundo classificação de Köppen, é Cfa, subtropical com verão quente, com temperaturas superiores a 22°C no verão e precipitação superior a 30 mm no mês mais seco (Wrege, Steinmetz, Reisser Junior & Almeida, 2012).

Cinco genótipos de porta-enxertos foram avaliados: os parentais *P. trifoliata* (masculino) e tangerineira 'Sunki' (*C. sunki*, feminino) e os híbridos F<sub>1</sub> citrandaríneos 'B05', 'A36' e 'A40', obtidos pelo Programa de Melhoramento Genético de Citros UFRGS, através do cruzamento dirigido via polinização, realizado na primavera de 2007.

As sementes oriundas destes cruzamentos foram extraídas de frutos maduros e semeadas, em junho de 2008. Seu plantio a campo foi realizado em dezembro de 2011, na Coleção de Germoplasma de Citros, localizada na Estação Experimental Agrônômica (EEA- UFRGS, 30°05'22" S, 51°39'08" W), situada no município de Eldorado do Sul, RS, Brasil (Km 146, BR 290), distante aproximadamente 67 km de Porto Alegre, RS. O manejo seguiu as recomendações técnicas para a cultura.

### 2.1 EXPERIMENTO 1

Na primeira etapa do estudo, realizada entre novembro de 2018 e fevereiro de 2019, avaliou-se o enraizamento adventício dos diferentes genótipos de porta-enxertos. Para isso, ramos semilenhosos foram coletados (16/11/2019), envoltos com papel jornal umedecido, acondicionados em sacos de polietileno e transportados ao local de instalação do experimento. Foram confeccionadas estacas da porção apical dos ramos, medindo nove a doze centímetros de comprimento, mantendo-se duas folhas maduras na sua porção superior.

As estacas foram submetidas a tratamento com auxina (4000 mg L<sup>-1</sup> de ácido indolbutírico), durante 10 segundos, obtida através da dissolução do ácido indol-3-butírico (C<sub>12</sub>H<sub>13</sub>NO<sub>2</sub>) p.a. em KOH 0,5 M. Após, as estacas foram plantadas em bandejas de poliestireno expandido (EPS; 12 cm de altura x 5 cm de largura) preenchidas com o substrato casca de arroz carbonizada, e alocadas em casa de vegetação com irrigação por nebulização intermitente (15 segundos de nebulização, em intervalos de 5 minutos, durante o dia (7 às 19h), e 15 s em



intervalos de 15 min, durante o período noturno (19 às 7h)). Durante o período, a temperatura média foi de 28,6 °C e a umidade relativa do ar foi superior a 70%. O delineamento foi o de blocos ao acaso, com 4 repetições e 10 estacas por parcela.

Após noventa dias foram avaliados os percentuais de enraizamento (raízes > 1 cm) e calogênese, o número e comprimento da maior raiz (cm), e os percentuais de retenção e emissão foliar. Na coleta do material propagativo foi determinado o teor de reservas totais das estacas, segundo adaptação do método de Priestley (1965). Para cada genótipo foram avaliadas três repetições compostas por dez estacas cada.

Os dados foram submetidos à análise de normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk ( $p \geq 0,05$ ). As variáveis de enraizamento analisadas não seguiram distribuição normal, por isso foram submetidas ao teste não paramétrico de Friedman, considerando significativo quando  $p < 0,05$ . Os dados de teor de reservas totais foram submetidos a análise de variância e comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio dos programas estatísticos Minitab<sup>®</sup> (vs 19) e Sisvar<sup>®</sup> (vs 5.6) (Ferreira, 2011).

## 2.2 EXPERIMENTO 2

Na segunda etapa do estudo, realizada de fevereiro 2019 a outubro de 2020, avaliou-se o desenvolvimento vegetativo das mudas obtidas através da estaquia comparativamente ao desenvolvimento de mudas de origem seminal. Para a obtenção das mudas oriundas de sementes, frutos dos diferentes genótipos foram colhidos no ponto de maturação fisiológica e as sementes retiradas, limpas em peneira sob água corrente e, em seguida, submetidas à desinfestação superficial em solução de hipoclorito de sódio a 2% (v/v), durante 1 minuto, e posterior enxague em água. As sementes foram secas à sombra e em temperatura ambiente, durante 24 horas, e após foram semeadas em bandejas EPS preenchidas com o substrato Carolina II (Carolina Soil<sup>®</sup>). As bandejas foram alocadas em casa de vegetação, onde permaneceram até o transplântio, que ocorreu quando as plântulas atingiram, em média, entre 10 a 15 cm de altura. Durante o período, a irrigação foi realizada manualmente e foram realizadas aplicações via foliar de adubação nitrogenada a 2% (ureia).

O transplântio das plântulas (via sementes) e das estacas enraizadas (ambas referidas como mudas) foi realizado de forma concomitante (de 16 a 19 fevereiro de 2019), sendo este o parâmetro definido para a comparação do desenvolvimento vegetativo das mesmas, que ocorreu





sob as mesmas condições de ambiente e manejo. As mudas foram transplantadas para sacos plásticos (capacidade 5 L) contendo o substrato Carolina II (Carolina Soil®) e alocadas em casa de vegetação sob bancada, com sistema de irrigação via gotejamento. A adubação foi realizada quinzenalmente via fertirrigação, utilizando-se 10 g L<sup>-1</sup> de Kristalon Laranja® (6-12-36) e 7,5 g L<sup>-1</sup> de Nitrato de Cálcio, em um volume de 50 ml por planta.

Após dezoito meses do transplante, em outubro de 2020, foram avaliadas as seguintes variáveis: altura das plantas (cm), medida da base do caule ao ápice; o diâmetro basal do colo (mm), com paquímetro digital; área foliar (cm<sup>2</sup>), determinada com um medidor de área foliar LI-Meter; o volume radicular (cm<sup>3</sup>) e a massa seca (g) da parte aérea e das raízes. O volume radicular foi avaliado através da medição do deslocamento da coluna de água em proveta graduada, conforme metodologia descrita por Basso (1999). Para isso, as raízes foram separadas da parte aérea, lavadas em água corrente e secas com papel toalha. Em seguida foram colocadas em proveta (capacidade 1 L) com volume conhecido de água (600 mL). Pela diferença, obteve-se a resposta direta do volume de raízes, pela equivalência de unidades (1 mL = 1 cm<sup>3</sup>). A massa seca da parte aérea e das raízes foram determinadas por pesagem após a secagem das amostras em estufa a 65 °C, até atingir massa constante.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 5 x 2, sendo cinco genótipos de porta-enxertos (tangerineira 'Sunki', *P. trifoliata* e os híbridos 'B05', 'A34' e 'A40') propagados através de dois métodos distintos (via seminal e estaquia). Foram utilizadas 15 repetições composta por uma planta, para cada genótipo e método de propagação.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro. Os dados foram transformados através da fórmula  $\sqrt{x + 1}$  e as análises estatísticas realizadas mediante uso do programa estatístico Sisvar (vs 5.6) (Ferreira, 2011).

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1 EXPERIMENTO 1**

As estacas dos diferentes genótipos de porta-enxertos avaliados apresentaram alto percentual de enraizamento adventício (Figura 1A). Os maiores percentuais de enraizamento foram observados nos híbridos citrandaríneos ('B05', 'A36' e 'A40'), em que se obteve 100%



de enraizamento, e na tangerineira ‘Sunki’, que apresentou enraizamento de 93%. Estacas de *P. trifoliata* apresentaram o menor enraizamento, de 75%; percentual ainda considerado satisfatório para este método de propagação (Hartmann *et al.*, 2017).

O enraizamento adventício de estacas de porta-enxertos de citros já foi abordado em estudos anteriores, em distintas condições ambientais e experimentais, e os resultados são variáveis. Em estudo realizado por Sarmiento *et al.* (2016a), em Porto Alegre, RS, trabalhando com estacas semilenhosas de tangerineira ‘Sunki’ (9-11 cm, com folhas, coletadas no final da primavera), em plantas matrizes conduzidas a campo, verificou-se percentual de enraizamento de 96%; resultado semelhante ao obtido no presente estudo (de 93%). Já, Siviero, Cristofani e Machado (2003), em Cordeirópolis, São Paulo, avaliando estacas semilenhosas (com ausência de folhas, tratadas com 1000 mg L<sup>-1</sup> de AIB) de *C. sunki*, coletadas na primavera, observaram percentual de enraizamento de apenas 10%, após 75 dias em câmara de nebulização, contrastando com o alto enraizamento verificado neste estudo. Ainda no mesmo trabalho, os autores avaliaram estacas de *P. trifoliata* e oitenta híbridos F<sub>1</sub> citrandarineiros (*C. sunki* x *P. trifoliata*), sendo observados percentuais de enraizamento semelhantes aos obtidos no presente estudo, de 70% para *P. trifoliata* e percentuais variando entre 50% até 100%, para os híbridos. No estudo citado de Siviero *et al.* (2003) não foram detalhadas as condições da irrigação por nebulização utilizada, e que podem ter contribuído para a diferença no percentual de enraizamento obtido para *C. sunki*. Em outro estudo, Pio *et al.* (2002), sob as condições de Lavras, Minas Gerais, avaliaram estacas lenhosas de *P. trifoliata* (10 cm, tratadas com 400 mg L<sup>-1</sup> AIB) coletadas na primavera em plantas a campo, obtendo enraizamento similar, de 79%.

Baixa habilidade rizogênica em estacas de *C. sunki* também foi observada por Oliveira *et al.* (2014), em Cruz das Almas, Bahia. Ao avaliarem o enraizamento de estacas herbáceas (10-12 cm, um par de folhas) coletadas no mês de maio em plantas jovens (11 meses de idade), com ou sem aplicação de AIB (6000 mg L<sup>-1</sup>), de quinze genótipos de citros, incluindo outra seleção de tangerineira *C. sunki*, a ‘Sunki’ Tropical’, ‘Flying Dragon’ (*P. trifoliata* var. *monstrosa*) e híbridos *C. sunki* x *P. trifoliata*, os autores verificaram reduzido (9,5%) enraizamento em estacas da tangerineira ‘Sunki Tropical’, enquanto que, para ‘Flying Dragon’ o percentual foi de 83%, independentemente do uso de auxina. Para os demais genótipos foram obtidos percentuais entre 54% e 98%, em concordância com o observado neste trabalho, onde os híbridos citrandarineiros apresentaram alto potencial de enraizamento. Comportamento semelhante também foi observado





por Sarmiento *et al.* (2016b) em dois híbridos de tangerineira ‘Sunki’ (‘H49’ e ‘H77’), em Porto Alegre, RS, sendo obtidos percentuais próximos a 100% em estacas semilenhosas (9-11 cm, com folhas) coletadas no final da primavera, sem o uso de AIB.

O processo de indução na formação de raízes adventícias pode ocorrer através de padrões distintos, direta e indireta. Na formação direta, células competentes quando induzidas iniciam divisões celulares com polaridade, levando a formação do primórdio radical, geralmente em células próximas ao sistema vascular. A formação indireta, por sua vez, envolve um estado inicial de não competência, em que as células não respondem ao sinal de indução, ocorrendo divisões celulares não orientadas por um período intermediário, ocasionando a formação de calo, antes que as células se dividam em um padrão organizado para iniciar os primórdios das raízes adventícias. No caso de espécies do gênero *Citrus*, o padrão de desenvolvimento de raízes adventícias geralmente observado é o indireto, e as raízes emergem a partir do calo basal formado ou a partir da epiderme do caule. Em muitas espécies, a formação do calo é precursora da formação de raízes, enquanto em outras, o excesso de calo pode até mesmo dificultar o enraizamento (Hartmann *et al.*, 2017).

Neste estudo, os porta-enxertos avaliados apresentaram comportamentos distintos quanto à calogênese, sendo os maiores percentuais observados em estacas de *P. trifoliata* e do híbrido ‘A40’, com 72,5% e 77,5%, respectivamente (Figura 1B). Estacas de tangerineira ‘Sunki’ apresentaram reduzida formação de calo (2%), enquanto os híbridos ‘B05’ e ‘A36’ apresentaram valores intermediários, não apresentando uma relação direta com o enraizamento das estacas. Em espécies de fácil enraizamento o desenvolvimento do calo e a formação de raízes são considerados processos independentes, sendo a ocorrência simultânea dos processos devida à dependência de condições internas e ambientais semelhantes (Hartmann *et al.*, 2017).

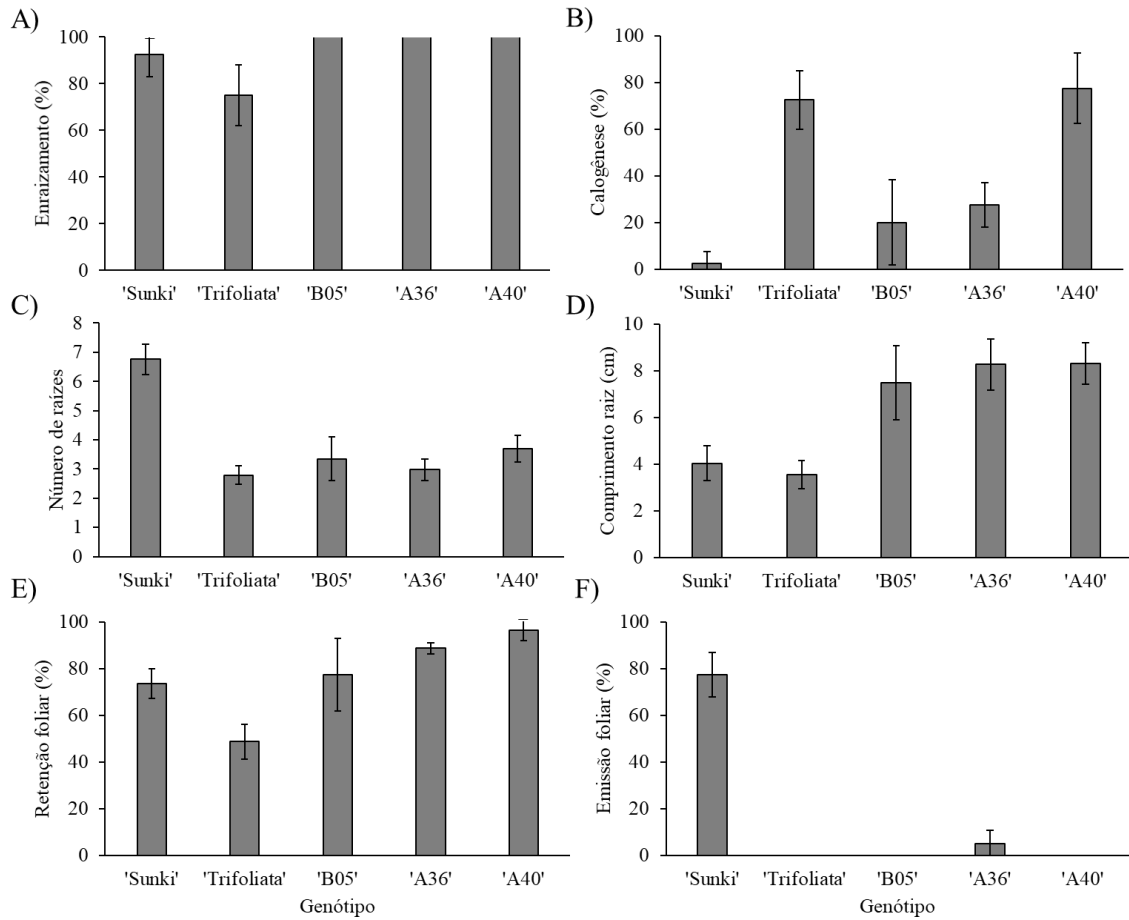
Em relação às variáveis do sistema radicular, a tangerineira ‘Sunki’ apresentou a formação do maior número de raízes, enquanto os demais porta-enxertos apresentaram comportamento semelhante entre si (Figura 1C). Para o comprimento das raízes observou-se comportamento contrário. Estacas de tangerineira ‘Sunki’ apresentaram menor tamanho em relação aos observados nos híbridos ‘B05’, ‘A36’ e ‘A40’. Assim, observou-se que quanto maior o número de raízes formadas, menor o tamanho das raízes principais, e vice-versa. À exceção encontra-se *P. trifoliata*, que apresentou estacas com reduzida formação de raízes e raízes com menor comprimento (Figura 1D). O comportamento verificado para o número de raízes em

estacas de tangerineira ‘Sunki’ foi superior ao obtido por Sarmiento *et al.* (2016b), que observou a formação de cerca de quatro raízes por estaca. Para *P. trifoliata*, os dados obtidos se assemelham aos observados por Andrade e Martins (2003), que verificaram a presença de aproximadamente três raízes por estaca.

Para as variáveis de retenção (Figura 1E) e emissão foliar (Figura 1F) foram observadas diferenças significativas entre os genótipos. *P. trifoliata* apresentou o menor percentual de retenção foliar (48,8%), enquanto os demais apresentaram valores superiores, entre 73,8% e 96,5%, em tangerineira ‘Sunki’ e híbrido ‘A40’, respectivamente. Estudos em diferentes espécies evidenciam que a retenção foliar correlaciona-se positivamente com o enraizamento adventício (Trueman & Adkins, 2013; Sarmiento *et al.*, 2016b; Guasso, Marodin, Altmann, Silveira & Souza, 2021), uma vez que as folhas atuam como fonte de auxina endógena e substâncias promotoras do enraizamento e de carboidratos para o desenvolvimento radicular (Hartmann *et al.*, 2017). A maior abscisão foliar observada em estacas de *P. trifoliata*, possivelmente associada ao seu caráter caducifólio, pode ter exercido influência sobre o percentual de estacas enraizadas observado, inferior aos demais genótipos, que apresentaram maior retenção foliar. Já, a emissão foliar foi observada em apenas dois genótipos, sendo o maior percentual verificado em estacas de tangerineira ‘Sunki’ (77,5%). Resultados semelhantes foram obtidos por Sarmiento *et al.* (2016b), que nesta espécie observaram elevados percentuais de retenção e emissão foliar, próximos de 80%.

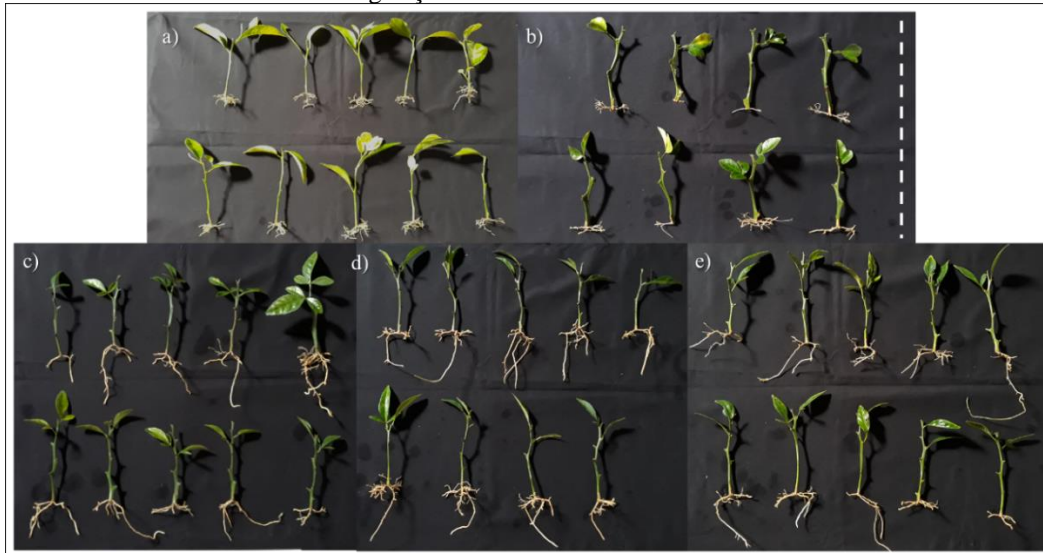


Figura 1: Percentual de A) enraizamento, B) calogênese, C) número de raízes, D) comprimento da maior raiz, E) retenção foliar e F) emissão foliar em estacas de cinco genótipos de porta-enxertos de citros, submetidas a tratamento com auxina (4000 mg L<sup>-1</sup> AIB). Teste de Friedman (Enraizamento p= 0,012; calogênese p= 0,008; número de raízes p= 0,017; comprimento maior raiz p= 0,013; retenção foliar p=0,008; emissão foliar p= 0,007). As barras mostram o desvio padrão.



Fonte: Autor.

Figura 2: Aspecto geral das estacas enraizadas dos porta-enxertos progenitores tangerineira ‘Sunki’ (*C. sunki*) (a) e *P. trifoliata* (b), e dos híbridos citrandarineiros ‘B05’ (c), ‘A36’ (d) e ‘A40’ (e), após 90 dias em casa de vegetação. Barra de escala: 30 cm.



Fonte: Autor.

O enraizamento adventício em espécies lenhosas é influenciado por um complexo de fatores, que inclui desde características intrínsecas à planta matriz, como o conteúdo endógeno de fitormônios e carboidratos, estado nutricional e hídrico, tipo de estaca, presença de folhas, idade ontogênica e fisiológica do material, associados a aspectos ambientais, como época de coleta, temperatura, umidade do ar, incidência de luz, entre outros (Li, Xue, Xu, Feng & An, 2009; Pijut, Woeste & Michler, 2011). As diferentes condições das estacas, idade e manejo das plantas matrizes, bem como variações quanto às concentrações de auxina utilizadas, podem explicar as divergências entre os resultados obtidos para o enraizamento de estacas de tangerineira ‘Sunki’, no entanto, para *P. trifoliata* e outros híbridos citrandarineiros, o comportamento observado foi semelhante aos estudos na bibliografia.

De acordo com Hartmann *et al.* (2017), o enraizamento de estacas está correlacionado com um adequado acúmulo de carboidratos nas plantas matrizes. O teor de reservas totais das estacas, analisado nas estacas na instalação do experimento, não diferiu estatisticamente entre os genótipos, sendo verificado teor médio de reservas de 28,55% (Tabela 1). Resultado semelhante foi observado por Sarmiento *et al.* (2016b), ao avaliarem o teor de reservas totais em plantas matrizes de tangerineira ‘Sunki’, a campo. Verificaram teor de 27,3%, sendo, portanto, valor próximo aos obtidos para os diferentes genótipos de porta-enxertos avaliados no presente trabalho.



Tabela 1: Teor de reservas totais, no início do experimento, em estacas semilenhosas de cinco genótipos de porta-enxertos de citros.

Genótipo	Teor de reservas totais (%) *
Tangerineira 'Sunki'	30,32 <sup>ns</sup>
<i>P. trifoliata</i>	28,62
'B05'	28,63
'A36'	29,54
'A40'	25,66
Média	28,55
CV (%)	8,35

\* ns: não significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro ( $p > 0,05$ ).

Fonte: Autor.

### 3.2 EXPERIMENTO 2

Na segunda etapa do estudo, em que se avaliou o desenvolvimento vegetativo das mudas propagadas via estaquia e de mudas de origem seminal, verificou-se que o desenvolvimento das plantas foi influenciado pelo método de propagação em todas as variáveis analisadas. Para as variáveis altura das plantas, diâmetro do colo, área foliar e volume radicular foi observada interação significativa entre o método de propagação e os genótipos de porta-enxertos avaliados (Tabela 2). Já, para massa seca da parte aérea e das raízes houve efeito significativo apenas do método de propagação (Tabela 2). A hipótese de que as mudas propagadas por estaquia atingiriam o ponto de enxertia mais rapidamente não foi confirmada. Em quatro dos cinco genótipos avaliados verificou-se que plantas propagadas por semente, comparadas às obtidas via estaquia, após dezoito meses do transplante, apresentaram maior altura, diâmetro do colo, área foliar, volume radicular e massa seca da parte aérea e das raízes. A exceção, mudas do híbrido 'A40' não diferiram estatisticamente quanto ao diâmetro do colo, volume radicular e massa seca das raízes das mudas obtidas através dos distintos métodos.

Entre os porta-enxertos, as plantas de tangerineira 'Sunki' apresentaram menor crescimento vegetativo, sendo obtidas plantas com menor altura, diâmetro do colo e volume radicular, independentemente da origem das mudas. No entanto, para a variável área foliar, verificou-se em mudas de tangerineira 'Sunki' propagadas via semente comportamento significativamente superior.



Tabela 2: Altura das plantas, diâmetro do colo, área foliar, volume radicular e massa seca da parte aérea e raízes de mudas de cinco genótipos de porta-enxertos de citros propagados através de sementes e estaquia, dezoito meses após transplantio.

Genótipo	Método de propagação	
	Seminal	Estaquia
Altura das plantas (cm) *		
Tangerineira 'Sunki'	46,19 Ab	19,12 Bb
<i>P. trifoliata</i>	64,7 Aa	39,62 Ba
'B05'	70,63 Aa	35,80 Ba
'A36'	76,17 Aa	33,92 Bab
'A40'	63,9 Aa	28,92 Bab
CV (%)	13,50	
Diâmetro basal do colo (mm) *		
Tangerineira 'Sunki'	4,68 Ab	3,71 Bb
<i>P. trifoliata</i>	6,37 Aa	5,46 Ba
'B05'	6,31 Aa	5,18 Ba
'A36'	6,67 Aa	4,50 Bab
'A40'	5,98 Aa	5,32 Aa
CV (%)	7,49	
Área foliar (cm <sup>2</sup> ) *		
Tangerineira 'Sunki'	369,36 Aa	52,75 Bb
<i>P. trifoliata</i>	105,29 Ab	59,21 Bb
'B05'	209,08 Ab	88,65 Bb
'A36'	204,06 Ab	59,24 Bb
'A40'	201,75 Ab	107,7 Bb
CV (%)	30,55	
Volume radicular (cm <sup>3</sup> ) *		
Tangerineira 'Sunki'	11,6 Ab	2,25 Bb
<i>P. trifoliata</i>	15,83 Aab	4,90 Bab
'B05'	20,07 Aa	8,94 Ba
'A36'	16,33 Aab	6,2 Bab
'A40'	12,39 Ab	7,33 Aab
CV (%)	22,10	
Massa seca parte aérea (g)*		
Tangerineira 'Sunki'	5,94 Aa	1,17 Ba
<i>P. trifoliata</i>	5,53 Aa	3,15 Ba
'B05'	6,99 Aa	2,24 Ba
'A36'	8,13 Aa	1,85 Ba
'A40'	6,24 Aa	2,59 Ba
CV (%)	20,47	
Massa seca raízes (g)*		
Tangerineira 'Sunki'	3,64 Aa	0,62 Ba
<i>P. trifoliata</i>	4,08 Aa	1,34 Ba
'B05'	5,17 Aa	1,83 Ba
'A36'	5,19 Aa	1,31 Ba
'A40'	4,30 Aa	2,5 Aa
CV (%)	20,30	

\*Médias seguidas pela mesma letra, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Autor.

Segundo Fochesato, Souza, Schäfer e Maciel (2007) e Rodrigues, Oliveira, Girardi, Ledo e Soares (2016), as plantas devem apresentar diâmetro mínimo de 5 mm, medido entre 10 a 20





cm acima do nível do substrato, para estarem aptas à enxertia em “T” invertido. A avaliação do diâmetro foi realizada na base do colo das plantas, portanto abaixo do ponto de enxertia. Considerando-se que o maior diâmetro do caule das plantas é verificado em sua base, é possível inferir que apenas as mudas obtidas por sementes do porta-enxerto *P. trifoliata* e genótipos híbridos estariam aptos à enxertia. Enquanto as mudas obtidas por estacas, dos cinco genótipos avaliados, e de tangerineira ‘Sunki’, obtidas através dos dois métodos de propagação, necessitariam de um período maior de desenvolvimento para atingirem padrão adequado à enxertia.

O desenvolvimento das mudas propagadas por sementes foi semelhante ao observado por Rieth (2012) e Marques *et al.* (2019), em estudos realizados sob condições ambientais similares, com diferentes porta-enxertos, incluindo a tangerineira ‘Sunki’, *P. trifoliata* e genótipos híbridos. De acordo com as Normas de Produção e Comercialização de Material de Propagação de Citros, estabelecidas pela IN nº 48 do MAPA, de 24 de setembro de 2013 (Brasil, 2013), a idade máxima para a comercialização de mudas cítricas é de vinte e quatro meses. Desta forma, considerando-se ainda a necessidade da posterior enxertia com a variedade copa, superar-se-ia o período previsto pela legislação para a comercialização de mudas. No Rio Grande do Sul, onde as temperaturas médias são inferiores àsquelas dos demais Estados produtores de citros, e faz-se uso, principalmente, do porta-enxerto *P. trifoliata*, são necessários cerca de dezoito meses para a obtenção das mudas de porta-enxertos (Oliveira, Scivittaro, Borges, Castro & João, 2013). Em outras regiões produtoras, o período é de seis a oito meses (Girardi, Mourão & Alves, 2010; Rieth, 2012).

Sob as condições ambientais do Rio Grande do Sul, Sarmiento *et al.* (2016a) avaliaram o desenvolvimento de mudas de dois híbridos de tangerineira ‘Sunki’ (‘H49’ e ‘H77’) obtidas através de estacas enraizadas durante a primavera e transplantadas durante o verão. Verificaram que cerca de 50% das mudas atingiram o ponto de enxertia quatorze meses após a estaquia, sendo, portanto, período inferior ao necessário para a obtenção das mudas propagadas pelo método tradicional, o que seria de grande interesse para o setor citrícola na região sul do Brasil. Este resultado contrasta com o obtido no presente trabalho, onde as plantas propagadas via estaquia apresentaram desenvolvimento lento, e após dezoito meses do transplantio não estavam aptas à enxertia. Comparativamente, Oliveira *et al.* (2014), no estado da Bahia, observaram que mudas



de tangerineira ‘Sunki Tropical’ propagadas por estaquia, apresentaram diâmetro de 5,9 mm apenas seis meses após o transplante em sacos plásticos.

Em estudo realizado na Flórida, Estados Unidos, Bowman & Albrech (2017) compararam o crescimento de mudas obtidas a partir de estacas curtas (2,6 cm de comprimento) e de sementes apomíticas de seis porta-enxertos de citros, incluindo o citrumeleiro ‘Swingle’ (*Citrus paradisi* Macf. × *Poncirus trifoliata* [L.] Raf.) e a tangerineira ‘Cleópatra’ (*C. reshni* hort. ex Tan.) e diferentes híbridos (US-802, US-812, US-897 e US-942). Observaram que mudas obtidas a partir de sementes, com 12 semanas de idade, apresentaram massa fresca (parte aérea e raízes) similar às das mudas obtidas via estacas, com 12-16 semanas, independente da variedade do porta-enxerto.

As diferenças verificadas em relação ao desenvolvimento vegetativo das plantas podem ser observadas na Figura 3, onde são apresentadas, como exemplo, plantas do híbrido ‘B05’ obtidas pelos distintos métodos de propagação avaliados. Embora não analisada especificamente, diferenças notáveis foram observadas quanto a estrutura do sistema radicular formado. Além do menor volume radicular, comparativamente às mudas pé franco, as plantas obtidas via estaquia apresentaram sistema radicular superficial, com reduzido desenvolvimento em profundidade. Tais diferenças podem ser importantes no crescimento e vigor das plantas no campo, indicando um maior cuidado futuro com o manejo do pomar (sistema de irrigação, espaçamento de plantio, por exemplo).

Figura 3: Sistema radicular de mudas do híbrido citrandarineiros ‘B05’ (*C. sunki* x *P. trifoliata*) propagadas através de sementes (a) e estaquia (b), dezoito meses após transplante para bolsas plásticas (capacidade 5 L). Barras de escala: 30 cm.



Fonte:Autor.



O lento desenvolvimento vegetativo observado em plantas propagadas por estaquia pode estar relacionado à idade ontogênica das estacas, uma vez que o material propagativo foi obtido de ramos semilenhosos de plantas adultas conduzidas a campo, com aproximadamente oito anos de idade, no caso dos híbridos, e com dez anos, no caso dos genótipos parentais. De uma maneira geral, o potencial de enraizamento adventício de estacas, especialmente em espécies lenhosas, reduz com o aumento da idade da planta matriz. Ramos mais maduros possuem menor potencial rizogênico, devido ao seu balanço de fitormônios, que é diferente do apresentado pela planta em seu estado juvenil (Hartmann *et al.*, 2017).

Neste estudo, as mudas obtidas através dos distintos métodos de propagação (semente e estaquia) se desenvolveram sob as mesmas condições de ambiente e de manejo. Acredita-se que as plantas oriundas do enraizamento adventício de estacas possam requerer um manejo nutricional diferenciado, principalmente relativo ao nutriente fósforo, visando um maior estímulo ao desenvolvimento radicular. Adicionalmente, novos estudos são sugeridos visando analisar o efeito de diferentes manejos nutricionais sobre o desenvolvimento de plantas produzidas por estaquia.

#### **4 CONCLUSÕES**

1. A estaquia é um método de propagação viável para a obtenção de porta-enxertos clonais de citros avaliados.
2. Sob as condições do estudo, as plantas propagadas por estaquia, comparadas às obtidas por semente, requerem um período maior de desenvolvimento para estarem aptas à enxertia.

#### **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro e bolsas de estudo.



## REFERÊNCIAS

- Agustí, M. (2003). *Citricultura*. Madrid: Mundi-Prensa. (2a ed).
- Andrade, R. A. & Martins, A. B. G. (2003). Propagação vegetativa de porta-enxertos para citros. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 25(1), 134-136.
- Aznar, J. S. & Fayos, G. F. (2006). *Cítricos: variedades y cultivo*. Madrid: Mundi-prensa.
- Basso, S. M. S. (1999). *Caracterização morfológica e fixação biológica de nitrogênio de espécies de Adesmia DC. e Lotus L.* (Tese de Doutorado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Bowman, K. D. & Albrecht, U. (2017). Efficient propagation of citrus rootstocks by stem cuttings. *Scientia Horticulturae*, 225, 681-688.
- Blumer, S. & Pompeu, J. Jr. (2005). Avaliação de citrandarineiros e outros híbridos de trifoliata como porta-enxertos para citros em São Paulo. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 27(2), 264-267.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2013). *Instrução Normativa nº 48*, de 24 de setembro de 2013. Normas de produção e comercialização de material de propagação de citros. Brasília, DF: MAPA, 28 p.
- Castle, W. S. (2010). A career perspective on citrus rootstocks, their development, and commercialization. *Hortscience*, 45, 11-15.
- Cunha, A. P. So., Passos, O. P. & Soares, W. S. Fo. (2013). Cultivares porta-enxerto. In: Cunha, A. P. So., Magalhães, A. F. J., Souza, A. S., Passos, O. S. & Soares, W. S. Fo. (Eds.). *Cultura dos citros* (pp. 233-292). Brasília, DF: Embrapa.
- Ferreira, D. F. (2011). Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, 35(6), 1039-1042.
- Fochesato, M. L., Souza, P. V. D., Schäfer, G. & Maciel, S. H. (2007). Crescimento vegetativo de porta-enxertos de citros produzidos em substratos comerciais. *Ciência Rural*, 37(4), 970-975.
- Girardi, E. A., Mourão, F. A. Fo. & Alves, A. S. (2010). Mudanças de laranjeira Valência sobre dois porta-enxertos e sob diferentes manejos de adubação. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 32(3), 855-864.
- Gonzatto, M. P., Oliveira, R. P., Souza, E. L. S., Schwarz, S. F. & Souza, P. V. D. (2018). Porta-enxertos. In: Efrom, C. F. S. & Souza, P. V. D. (Orgs.) *Citricultura do Rio Grande do Sul: Indicações técnicas* (1a ed., pp. 36-58). Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, Pecuária e Irrigação - SEAPI; DDPA.



Guasso, L. Z., Marodin, F. A., Altmann, T., Silveira, S. V., & Souza, P. V. D. (2021). Propagation of “Bruno” kiwifruit: Influence of cutting collection time and indolebutyric acid. *Semina: Ciências Agrárias*, 42(4), 2203-2215.

Guerra, D., Schifino-Wittman, M. T., Schwarz, S. F., Souza, P. V. D. & Weiler, R. L. (2012). Caracterização morfológica, determinação do número de embriões e taxa de poliembrião em três porta-enxertos híbridos de citros. *Bragantia*, 71(2), 196-201.

Hartmann, H. T., Kester, D., Davies, F., Geneve, R. & Wilson, S. (2017). *Plant propagation: principles and practices*. New York: Pearson.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. (2020, 30 abril). *Dados meteorológicos da rede do INMET*. Brasília-DF. Recuperado de <http://www.inmet.gov.br/portal/>.

Jardim, V. R. & Schwarz, S. F. (2018). Seleção de novos porta-enxertos para a citricultura do sul do Brasil. In: *Resumos Salão UFRGS 2018: XXX Salão de Iniciação Científica da UFRGS*, Porto Alegre.

Li, S. W., Xue, L., Xu, S., Feng, H. & An, L. (2009). Mediators, genes and signaling in adventitious rooting. *The Botanical Review*, 75(2), 230-247.

Marques, L. O. D., Mello-Farias, P., Oliveira, R. P., Dini, M., Soares, W. Fo. & Malgarim, M. B. (2019). Emergence percentage and speed of rootstocks for citriculture in South of Brazil. *Journal of Agricultural Science*, 11(5), 49-57.

Morelli, M. (2016). *Transmissão e impacto do hlb na qualidade física e fisiológica de sementes de porta-enxertos de citros*. (Dissertação de Mestrado). Instituto Agronômico, Campinas.

Mourão, F. A. Fo., Girardi, E. A. & Couto, H. T. Z. (2009). ‘Swingle’ citrumelo propagation by cuttings for citrus nursery tree production or inarching. *Scientia Horticulturae*, 120(2), 207-212.

Nakano, M., Kigoshi, K., Shimizu, T., Endo, T., Shimada, T., Fujii, H. & Omura, M. (2013). Characterization of genes associated with polyembryony and in vitro somatic embryogenesis in Citrus. *Tree Genetics & Genomes*, 9(3), 795-803.

Oliveira, R. P., Scivittaro, W. B., Borges, R. S., Castro, L. A. S. & João, P. L. (2013). *Mudas de citros*. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. (Sistemas de Produção, 1).

Oliveira, R. P., Soares, W. S. Fo., Passos, O. P., Scivittaro, W. B. & Rocha, P. S. G. (2008). *Porta-enxertos para citros*. Pelotas: Embrapa Clima Temperado.

Oliveira, R. P. & Scivittaro, W. B. (2011). *Cultivo de citros sem sementes*. Pelotas: Embrapa Clima Temperado.

Oliveira, E. R. M., Rodrigues, M. J. S., Dantas, A. C. V. L., Soares, W. S. Fo. & Girardi, E. A. (2014). Efeito do ácido indolbutírico no enraizamento e no crescimento de quinze porta-enxertos de citros propagados por estaquia. *Citrus Research & Technology*, 35(1), 35-43.



Pijut, P. M., Woeste, K. E. & Michler, C. H. (2011). Promotion of adventitious root formation of difficult-to-root hardwood tree species. *Horticultural Reviews*, 38, 213-251.

Pio, R., Ramos, J. D., Gontijo, T. C. A., Carrijo, E. P., Coelho, J. H. C., Alvares, B. F. & Mendonça, V. (2002). Enraizamento de estacas dos porta-enxertos de citros 'Fly Dragon' e 'Trifoliata'. *Revista Brasileira Agrociência*, 8(3), 195-198.

Pio, R., Mourão, F. de A. A. Fo., Mendes, B. M. J., Entelmann, F. A. & Alves, A. S. R. (2006). Propagation of citrus somatic hybrids with potential for utilization as rootstocks. *Fruits*, 61(1), 1-7.

Pompeu, J. Jr. & Blumer, S. (2011). Citrandarineiros e outros híbridos de trifoliata como porta-enxertos para laranjeira Valência. *Citrus Research & Technology*, 32(3), 133-138.

Pompeu, J. Jr. & Blumer, S. (2014). Híbridos de trifoliata como porta-enxertos para laranjeira Pêra. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 44(1), 09-14.

Priestley, G. A. (1965). A new method for the estimation of the resources of apple trees. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 16(12), 717-721.

Rieth, S. (2012). *Desinfestação de substratos e fungos micorrízicos na produção de porta-enxertos de citros*. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Rodrigues, M. J. S., Oliveira, E. R. M., Girardi, E. A., Ledo, C. A. S. & Soares, W. S. Fo. (2016). Produção de mudas de citros com diferentes combinações copa e porta-enxerto em viveiro protegido. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 38(1), 187-201.

Sarmiento, A. I. P., Souza, P. V. D. & Schwarz, S. F. (2016a). Collection season and auxin treatment in the propagation by cuttings of mandarin hybrids. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 46(2), 215-221.

Sarmiento, A. I. P., Schwarz, S. F. & Souza, P. V. D. (2016b). Condiciones de cultivo de la planta matriz y uso del ácido indolbutírico en la propagación del mandarino 'sunki' por estaquilla. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 38(2), 334-342.

Santos, C. Q. J., Girardi, E. A., Vieira, E. L., Ledo, C. A. S. & Soares, W. S. Fo. (2015). Tamanho ótimo de amostras de frutos e de sementes para determinação da poliembrião em citros. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 37(1), 172-178.

Schäfer, G.; Bastianel, M. & Dornelles, A. L. C. (2001). Porta-enxertos utilizados na citricultura. *Ciência Rural*, 31(4), 723-733.

Schinor, E. H., Cristofani-Yaly, M., Bastianel, M. & Machado, M. (2013). Sunki mandarin vs *Poncirus trifoliata* hybrids as rootstocks for pera sweet orange. *Journal of Agricultural Science*, 5(6), 190-200.





Siviero, A., Cristofani, M. & Machado, M. A. (2003). QTL mapping associated with rooting stem cuttings from *Citrus sunki* vs. *Poncirus trifoliata* hybrids. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 3(1), 83-88.

Soares, W. S. Fo., Medrado, A. C. M., Cunha, M. A. P., Cunha, A. P. So., & Passos, O. S. (2002). Frequência de híbridos em cruzamentos controlados de citros: cultivo de sementes versus cultivo in vitro de embriões. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 37(7), 981-988.

Soares, W. S. Fo., Moreira, C. S., Cunha, M. A. P., Cunha, A. P. So. & Passos, O. S. (2000). Poliembrião e frequência de híbridos em *Citrus* spp. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 35(4), 857-864.

Soares, W. S. Fo. (2016). Plano estratégico da Equipe Citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura: desenvolvimento de variedades. In: 47<sup>a</sup> Reunião da Câmara Setorial da Cadeira Produtiva de Citricultura. Araraquara, SP.

Soares, W. S. Fo., Cunha, A. P. So.; Passos, O. S.; Souza, A. S. (2013). Melhoramento genético. In: Cunha, A. P. So., Magalhães, A. F. J., Souza, A. S., Passos, O. S. & Soares, W. S. Fo. (Eds.). *Cultura dos citros* (pp. 61-102). Brasília, DF: Embrapa.

Sulzbach, M., Oliveira, R. P., Waquil, P. D., Girardi, E. A., Gonzatto, M. P., Böettcher, G. & Schwarz, S. F. (2016). Characterization of citrus farms production systems used in Rio Grande do Sul, Brazil. *Citrus Research & Technology*, 37(1).

Trueman, S. J. & Adkins, M. F. (2013). Effect of aminoethoxyvinylglycine and 1-methylcyclopropene on leaf abscission and root formation in *Corymbia* and *Eucalyptus* cuttings. *Scientia Horticulturae*, 161, 1-7.

Weiler, R. L., Brugnara, E. C., Bastianel, M., Machado, M. A., Schifino-Wittmann, M. T., Souza, P. V. D. & Schwarz, S. F. (2009). Teste de paternidade e avaliações agronômicas de possíveis híbridos de tangerineira 'Sunki'. *Scientia Agraria*, 10(6), 429-435.

Wrege, M. S., Steinmetz, S., Reisser Junior, C. & Almeida, I. R. (Eds.). (2012). *Atlas Climático da região Sul do Brasil: Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul* (2a ed.). Brasília: Embrapa.