

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

MULTIPLICAÇÃO DE PORTA-ENXERTOS DE CITROS POR ESTAQUIA

Andrés Iván Prato Sarmiento
Engenheiro Agrônomo / Universidad Nacional de Colombia - Bogotá

Dissertação apresentada como um dos requisitos
à obtenção do Grau de Mestre em Fitotecnia
Ênfase Horticultura

Porto Alegre (RS), Brasil
Julho de 2015

CIP - Catalogação na Publicação

Sarmiento, Andrés Iván Prato
Multiplicação de porta-enxertos de citros por
estaquia / Andrés Iván Prato Sarmiento. -- 2015.
106 f.

Orientador: Paulo Vitor Dutra de Souza.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa
de Pós-Graduação em Fitotecnia, Porto Alegre, BR-RS,
2015.

1. Propagação de mudas. 2. Citricultura. 3.
Enraizamento. 4. Fitorregulador. I. Souza, Paulo
Vitor Dutra de, orient. II. Título.

ANDRÉS IVÁN PRATO SARMIENTO
Engenheiro Agrônomo – Universidad Nacional de Colombia

DISSERTAÇÃO

Submetida como parte dos requisitos
para obtenção do Grau de

MESTRE EM FITOTECNIA

Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia
Faculdade de Agronomia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre (RS), Brasil

Aprovado em: 16.07.2015
Pela Banca Examinadora

Homologado em: 22.09.2015
Por

PAULO VITOR DUTRA DE SOUZA
Orientador – PPG Fitotecnia

SIMONE MUNDSTOCK JAHNKE
Coordenadora do Programa de
Pós-Graduação em Fitotecnia

SERGIO FRANCISCO SCHWARZ
PPG Fitotecnia

MATEUS PEREIRA GONZATTO
Estação Experimental Agronômica/UFRGS

ROBERTO PEDROSO DE OLIVEIRA
EMBRAPA Clima Temperado
Pelotas/RS

PEDRO ALBERTO SELBACH
Diretor da Faculdade de
Agronomia

AGRADECIMENTOS

Ao programa de Pós-graduação em Fitotecnia, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pela oportunidade de realização deste trabalho;

À CAPES e FAPERGS pelo apoio financeiro;

Ao meu orientador professor Paulo Vitor, pela confiança, amizade e compromisso sincero desde o início;

À minha família pelo apoio incondicional, isto é outra conquista mais ao lado de vocês;

Aos meus colegas e amigos do departamento de Horticultura e Silvicultura e da Faculdade de Agronomia;

Aos amigos gaúchos, colombianos e estrangeiros neste período intenso de estudos, viagens e tantas outras coisas mais. Já será impossível não se sentir privilegiado de ter compartilhado a boa energia e a parceria brasileira. Obrigado por terem recebido da melhor forma possível!

MULTIPLICAÇÃO DE PORTA-ENXERTOS DE CITROS POR ESTAQUIA¹

Autor: Andrés Iván Prato Sarmiento
Orientador: Paulo Vitor Dutra de Souza

RESUMO

A citricultura brasileira caracteriza-se pela pouca diversificação de porta-enxertos. A diversificação genética destes é uma estratégia crucial para a sustentabilidade do setor citrícola brasileiro. Alguns porta-enxertos de citros apresentam risco de segregação genética se propagados sexuadamente, em função da baixa apomixia. A produção dos mesmos vegetativamente elimina este risco. Objetivou-se estudar o potencial de enraizamento de estacas de tangerineira ‘Sunki’ e de seus híbridos H49, H77 e H92, avaliando-se duas épocas de coleta (outono e final da primavera), concentrações de ácido indolbutírico (0, 750, 1.500 e 3.000 mg L⁻¹), presença ou não de folhas e ambiente de cultivo das matrizes (espaço aberto e ambiente protegido). As árvores matrizes de onde foi coletado o material vegetal foram cultivadas na Estação Experimental Agronômica – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, localizada no município de Eldorado do Sul, RS – Brasil (30° 06’ S, 51° 39’ O). Após do período em casa de vegetação com nebulização intermitente, os resultados dos experimentos indicam que estacas de tangerineira ‘Sunki’ coletadas de matrizes cultivadas à campo no final da primavera (17/12/2013), apresentaram valores superiores para todas as variáveis analisadas em relação àquelas de plantas mantidas em ambiente protegido. O AIB somente foi eficiente em estacas coletadas de plantas mantidas em ambiente protegido. O enraizamento foi elevado (>90%), independentemente do ambiente de cultivo das matrizes. Já, na coleta de outono (14/04/2013), a resposta foi baixa (14%), inclusive na concentração de 3.000 mg L⁻¹ do fitorregulador (23%). A manutenção de folhas nas estacas foi essencial para o enraizamento e brotação. No caso dos híbridos, na coleta de outono, houve enraizamento mais baixo no H77 (10,2%) e maior no H49 (18,3%), mas sendo desnecessário o uso do fitorregulador no final da primavera. As plantas matrizes apresentaram maiores conteúdos de reservas totais na haste e menores nas folhas no final da primavera em ambos genótipos. Após 11 meses de transplante das estacas enraizadas para sacolas plásticas (4,5 L) encontrou-se alta sobrevivência (80%) e crescimento vegetativo dos híbridos H49 e H77. Aproximadamente 50% dessas mudas estavam aptas para a enxertia. A coleta de estacas no final da primavera é mais indicada para a propagação de tangerineira ‘Sunki’ e de seus híbridos por estaquia.

¹ Dissertação de Mestrado em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (98 p.) Julho, 2015.

MULTIPLICATION ROOTSTOCKS CITRUS BY CUTTING¹

Author: Andrés Iván prato Sarmiento
Adviser: Paulo Vitor Dutra de Souza

ABSTRACT

The Brazilian citrus industry is characterized by a low diversification of rootstocks. The genetic diversification of these is a crucial strategy for the sustainability of the Brazilian citrus industry. Some citrus rootstocks are at risk of genetic segregation if are propagated sexually, due to the low apomixis. The vegetative production eliminates this risk. The work aimed to study the rooting potential of cuttings of tangerine 'Sunki' and its hybrids H49, H77 and H92, evaluating two seasons of collecting (autumn and late spring), concentrations of indolebutyric acid (0, 750, 1.500 and 3.000 mg L⁻¹), presence or absence of leaves and culture conditions of mother plant (field e greenhouse). The mother plant trees from which the plant material was collected are grown in the Agricultural Experimental Station – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, located in the municipality of Eldorado do Sul, RS – Brazil (30° 06' S, 51° 39' W). After of period in greenhouse with intermittent mist system, the results of the experiments indicate the cuttings of 'Sunki' mandarin collected from the mother plant cultivated in the field in late spring (17/12/2013) showed higher values for all variables in relation to those plants kept under greenhouse conditions. The IBA was only effective in collected cuttings of plants kept in a greenhouse conditions. Rooting was high (> 90%) regardless of the mother plant cultivation condition. However, in autumn collection (04/14/2013,) the response was low (14%), even at a concentration of 3.000 mg L⁻¹ with the plant growth regulator (23%). Maintaining leaves in cuttings was essential for rooting and sprouting. In the case of hybrids, the fall collection was lower rooting on H77 (10.2%) and higher in H49 (18.3%), but being unnecessary the use of plant growth regulator in late spring. The mother plants had higher total reserves of content on the stem and lower on the leaves in late spring in both genotypes. After 11 months of transplanting the rooted cuttings in plastic bags (4,5 L) high survival (80%) and also growth vegetative of the H49 and H77 hybrid were found. About 50% of these seedlings were able to grafting. The collection of cuttings in late spring is best suited for propagation of tangerine 'Sunki' and its hybrids by cuttings.

¹ Master of Science Dissertation in Agronomy, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (98 p.) July, 2015.

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO	01
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	03
2.1 Porta-enxertos	03
2.2 Melhoramento de porta-enxertos	06
2.3 Propagação vegetativa	10
2.4 Condições da área experimental e do processo de propagação.....	17
3 ARTIGOS	18
3.1 Enraizamento de estacas de tangerineira ‘Sunki’ e híbridos no outono	19
3.2 Condições de cultivo da planta matriz e uso de ácido indolbutírico na propagação da tangerineira ‘sunki’ por estaquia	35
3.3 Importância da época de coleta e do uso de auxinas na propagação de dois híbridos de tangerineira ‘Sunki’ por estaquia	50
4 CONCLUSÕES GERAIS	73
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	74
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	76
7 APÊNDICE.....	82

APÊNDICES

	Página
1 Plantas matrizes fornecedoras das estacas coletadas no final da primavera dos híbridos H49 (a) e H77 (b) e de tangerineira ‘Sunki’ (c, d) cultivada em pomar coleção na EEA-UFRGS. Porto Alegre, 2013.....	82
2 Plantas matrizes de tangerineira ‘Sunki’ fornecedoras das estacas cultivadas em ambiente protegido na EEA-UFRGS. Porto Alegre, 2013.	83
3 Figuras ilustrando a instalação de experimentos, bem como sua execução. a) visual da planta matriz; b) ramos de onde são feitas as estacas; c) experimento em casa de nebulização a partir de estacas coletadas no outono; d) experimento em casa de nebulização a partir de estacas coletada no final da primavera. Porto Alegre, 2013.....	84
4 Propagação por estacas dos híbridos tangerineira ‘Sunki’ coletadas no outono e tratadas com AIB; a) H49 testemunha, b) H49 3.000 mg L ⁻¹ , c) H77 0 mg L ⁻¹ , d) H77 3.000 mg L ⁻¹ , e) H92 0 mg L ⁻¹ e f) H92 3.000 mg L ⁻¹ , após 130 dias sob nebulização intermitente. Porto Alegre, 2013.....	85
5 Propagação por estacas tangerineira ‘Sunki’ coletadas no final da primavera e de plantas matrizes mantidas em ambiente protegido tratadas com AIB; a) 0 mg L ⁻¹ , b) 750 mg L ⁻¹ , c) 1.500 mg L ⁻¹ e d) 3.000 mg L ⁻¹ , após 90 dias sob nebulização intermitente. Porto Alegre, 2014.....	86
6 Propagação por estacas de tangerineira ‘Sunki’ coletadas no final da primavera e de plantas matrizes cultivadas em ambiente protegido tratadas com; a) 0 mg L ⁻¹ , b) 750 mg L ⁻¹ , c) 1.500 mg L ⁻¹ e d) 3.000 mg L ⁻¹ de AIB, após 90 dias sob nebulização intermitente. Porto Alegre, 2014.	87
7 Propagação por estacas de tangerineira ‘Sunki’ coletadas no final da primavera e de plantas matrizes cultivadas em campo tratadas com; a) 0 mg L ⁻¹ , b) 750 mg L ⁻¹ , c) 1.500 mg L ⁻¹ e d) 3.000 mg L ⁻¹ , após 90 dias sob nebulização intermitente. Porto Alegre, 2014.	88
8 Propagação de tangerineira ‘Sunki’ coletadas no final da primavera e de plantas matrizes cultivadas em campo tratadas com: a) 0 mg L ⁻¹ , b) 750 mg L ⁻¹ , c) 1.500 mg L ⁻¹ e d) 3.000 mg L ⁻¹ de AIB, após 90 dias sob nebulização intermitente. Porto Alegre, 2014.....	89

	Página
9 Propagação do híbrido H49 coletadas no final da primavera e tratadas com AIB; a) 0 mg L-1, b) 3.000 mg L-1, e o híbrido H77; c) 0 mg L-1 e d) 3.000 g L-1, após 90 dias sob nebulização intermitente. Porto Alegre, 2014	90
10 Propagação do híbrido H49 por estacas coletadas no final da primavera e tratadas com AIB; a) 0 mg L-1, b) 3.000 mg L-1, e o híbrido H77; c) 0 mg L-1 e d) 3.000 g L-1, após 90 dias sob nebulização intermitente. Porto Alegre, 2014.....	91
11 Estacas dos híbridos a-b) H49 e c-d) H77 tangerineira ‘Sunki’ coletados no final da primavera, 330 dias após de transplante em estufa para sacolas plásticas (4,5 L) com substrato casca de pinus. Porto Alegre, 2015.....	92
12 Visual do sistema radicular dos híbridos a-b) H49 e c-d) H77 obtidos de estacas coletadas no final da primavera, 330 dias após de transplante em estufa para sacolas plásticas (4,5 L) com substrato à base casca de pinus. Porto Alegre, 2015	93
13 Mudanças dos híbridos H49 e H77 obtidos por estacas coletados no final da primavera, a-b) 170 e c-d) 330, dias após de transplante em estufa para sacolas plásticas (4,5 L) com substrato à base casca de pinus. Porto Alegre, 2015	94
14 Mudanças dos híbridos H49, H77 e tangerineira ‘Sunki’ obtidos por estacas e coletados no final da primavera, 420 dias após de transplante em estufa para sacolas plásticas (4,5 L) com substrato à base casca de pinus. Porto Alegre, 2015.....	95
15 Análises foliar das matrizes dos híbridos H49 e H77 tangerineira ‘Sunki’ coletados na primavera. Porto Alegre, 2013	96
16 Análises foliar das estacas cultivadas em campo e ambiente protegido de tangerineira ‘Sunki’ e coletadas no final da primavera, após de 90 dias de experimentação em casa de nebulização intermitente. Porto Alegre, 2014.....	97
17 Análises foliar das mudas obtidas por estacas dos híbridos H49 e H77 tangerineira ‘Sunki’ coletada na primavera, 330 dias após de transplante em estufa para sacolas plásticas (4,5 L) com substrato à base casca de pinus. Porto Alegre, 2015	98

1 INTRODUÇÃO

Dentro da ampla diversidade do agronegócio envolvendo a produção de frutas, a indústria dos cítricos é considerada uma das mais importantes em termos de seu valor econômico e da nutrição humana. As plantas cítricas são cultivadas nas regiões tropicais e subtropicais do mundo. Sua produção na safra 2013/2014 foi superior a 120 milhões de toneladas. China, Brasil e os Estados Unidos, destacam-se como os principais produtores. Brasil é o maior produtor mundial de suco concentrado e de laranjas doces [*C. sinensis* (L.) Osbeck], com uma área estimada para o ano 2014 de 492,5 mil hectares nos Estados de Minas Gerais e São Paulo, principal região citrícola do país (FAO, 2014; CONAB, 2014).

O cultivo dos citros está presente em todos os estados brasileiros. Apesar da importância econômica e social que tem a citricultura, ainda os produtores persistem em manter uma baixa diversificação dos porta-enxertos nos pomares colocando-se em risco ao ataque de pragas e à ocorrência de estresses abióticos. Por tanto, é necessária ampliação da base genética das variedades utilizadas para os porta-enxertos, o que contribuirá para alcançar maiores rendimentos e a sustentabilidade do setor.

Embora exista uma ampla recombinação genética dos citros entre as espécies e gêneros afins que gera diversidade natural, algumas seleções de porta-enxertos ainda necessitam de mais estudos para se tornarem acessíveis e atrativos aos viveiristas.

Análises moleculares comprovaram a ocorrência de três híbridos de tangerineira ‘Sunki’ (*C. sunki* Hort. ex Tan.) provenientes de polinização aberta do tangeleiro ‘Lee’ [*C. clementina* Hort. ex Tan. x (*C. tangerina* Hort. ex Tan. x *C. paradisi* Macf.)], que estão sendo cultivados num pomar coleção da Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Os híbridos são o H49, o H77 e o H92. Estes apresentam maior taxa de poliembrionia (média 97%) e número de sementes produzidas por fruto (média 8,5) em comparação à própria tangerineira ‘Sunki’ (WEILER *et al.*, 2009).

A propagação por estaquia pode ser uma alternativa rápida para a obtenção de porta-enxertos frente ao tradicional método por sementes, bem como garantir a perpetuação das características genéticas da planta matriz, especialmente do porta-enxerto ‘Sunki’ com baixa poliembrionia e poucas sementes por fruto (SOARES FILHO *et al.*, 2002, SOARES FILHO *et al.*, 2003). Além disso, o processo de descarte das plântulas zigóticas no viveiro, somente através do visual morfológico demanda tempo e dinheiro para o viveirista, sendo, às vezes, de difícil identificação.

Neste estudo foram consideradas as seguintes hipóteses:

- As estacas coletadas na primavera apresentam maior facilidade de enraizamento;
- A aplicação de AIB incrementa a eficiência do processo de enraizamento;
- O manejo agrônômico e as condições ambientais da planta matriz produtora das estacas influenciam no potencial de propagação.

Diante do anteriormente descrito, o objetivo geral deste trabalho foi verificar o potencial de enraizamento de estacas de tangerineira ‘Sunki’ e alguns de seus híbridos, sob diferentes condições de manejo, bem como seu posterior desenvolvimento vegetativo até a fase de enxertia da copa.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Porta-enxertos

O rendimento e a qualidade dos citros estão em direta relação com a escolha da muda, pois estas mostram seu máximo potencial produtivo somente após seis a oito anos (Schäfer *et al.*, 2001). Isso faz com que a muda cítrica deva ser considerada o insumo mais importante na formação de um pomar. A importância dos porta-enxertos torna-se evidente, visto que podem influenciar diversas características como desenvolvimento e vigor da copa, época da maturação dos frutos, resistência ou tolerância a problemas fitossanitários, adaptações às condições edafoclimáticas adversas e atributos de qualidade do fruto, entre outras (Mattos Junior *et al.*, 2005).

Tradicionalmente, a produção das mudas cítricas envolve duas fases: a fase de sementeira, que vai desde a semeadura até a repicagem para recipientes maiores, e a fase de viveiro, iniciando na repicagem, passando pela enxertia, até atingir padrão para comercialização (Oliveira & Scivittaro, 2003). Na atualidade, o sistema de produção de mudas cítricas brasileiro exige que todo o processo seja realizado em ambiente protegido, com a sementeira realizada em bandejas alveoladas de isopor ou em tubetes de pequeno volume e, na segunda fase, repicadas para citropotes ou sacolas de polietileno de 4 a 5 L (Souza & Schäfer, 2006; Oliveira *et al.*, 2008).

A enxertia é realizada quando o diâmetro do porta-enxerto atinge os 6,0 mm a 10 cm de altura a partir do colo (Souza & Schäfer, 2006). Quanto antes atingir o *seedling*

este diâmetro, antes ocorrerá a enxertia e, conseqüentemente, mais precocemente a muda poderá ser comercializada. Este diâmetro é proporcional ao vigor do porta-enxerto e variável segundo a variedade (Teixeira *et al.*, 2009).

A procura pela uniformidade de pomares e elevadas produtividades provocou o uso de poucas variedades de porta-enxertos por parte dos viveiristas. Há várias décadas, esta característica tornou a citricultura brasileira mais vulnerável à disseminação de doenças e pragas. A situação leva ao risco de se repetir a destruição causada pelo ‘Vírus da Tristeza dos Citros’, a partir de 1937. Outros problemas sanitários relacionadas com a baixa diversificação genética nos pomares foram provocados pela ‘gomose’ (*Phytophthora* spp.), e, mais recentemente, pela ‘Morte Súbita dos Citros’ (MSC), a ‘Clorose Variegada dos Citros’ (CVC) e o *Huanglongbing* (ex ‘greening’). Essas doenças continuam causando danos econômicos graves (Bassanezi *et al.*, 2003; Mattos Junior *et al.*, 2005).

Na década de 1970, ocorreu o surgimento do ‘Declínio dos Citros’ que provocou a morte de milhões de laranjeiras doces enxertadas sobre limoeiro ‘Cravo’ (*Citrus limonia* Osb.), e que, paulatinamente, começou afetar os limoeiros ‘Volkameriano’ (*Citrus volkameriana* Ten. & Pasq.) e o ‘Rugoso’ (*Citrus jambhiri* Lush.), o Trifoliata (*Poncirus trifoliata*), e os citrangeiros ‘Troyer’ [*Poncirus trifoliata* (L.) Raf. x *Citrus sinensis* (L.) Osb.] e ‘Carrizo’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.]. Isto provocou pequena diversificação dos porta-enxertos no Estado de São Paulo, liderada pela tangerineira ‘Cleópatra’ (*Citrus reshni* Hort. ex Tan.), seguida pela tangerineira ‘Sunki’ (*Citrus sunki* Hort. ex Tan.) (Pompeu Junior *et al.*, 2004).

Mesmo após o aparecimento da MSC, que ataca plantas enxertadas sobre o limoeiro ‘Cravo’, há relatos de que, atualmente, ainda aproximadamente mais da

metade das plantas cítricas no Estado de São Paulo sigam enxertadas sobre este porta-enxerto (Pompeu Junior & Blumer, 2008).

Com o surgimento e disseminação da ‘MSC’ na década passada, deu-se novo impulso às pesquisas e à entrada de novos porta-enxertos, principalmente com a tangerineira ‘Cleópatra’, o citrumeleiro ‘Swingle’ (*Citrus paradisi* Macfad. cv. Duncan x *Poncirus trifoliata*) e a tangerineira ‘Sunki’, tolerantes à enfermidade (Pompeu Junior *et al.*, 2004). Além destes, mais recentemente, foram lançados os citrangeiros ‘FEPAGRO C13’, ‘FEPAGRO C37 Dornelles’ e ‘FEPAGRO C41 Reck’ [*Poncirus trifoliata* x *Citrus sinensis* (L.) Osb.], híbridos resultantes de cruzamento com Trifoliata (Oliveira *et al.*, 2008).

No final do século passado mais de 90% da citricultura gaúcha era enxertada sobre Trifoliata (Schäfer & Dornelles, 2000), em virtude de suas características favoráveis (resistência às baixas temperaturas, à gomose e indução à produção de frutos com excelente qualidade) (Schäfer *et al.*, 2004). Porém, é susceptível ao declínio dos citros, anomalia vascular encontrada nas principais zonas produtoras do mundo, incluso nas províncias argentinas de Misiones e Corrientes limítrofes com o Rio Grande do Sul (Timmer *et al.*, 1986; Baldassari *et al.*, 2003). No Brasil já foi relatado no Estado de São Paulo, Bahia, Minas Gerais, e, recentemente no noroeste de Paraná (Auler *et al.*, 2011). Atualmente, ainda este porta-enxerto prepondera no Rio Grande do Sul.

Esta característica da citricultura, ou seja, de pouca diversificação, torna imprescindível as pesquisas com novas alternativas de porta-enxertos, visando introduzir novos cultivares melhorados e adaptados às condições edafoclimáticas e tolerantes às pragas em cada região.

2.2 Melhoramento de porta-enxertos

O início do melhoramento de citros data do começo do século passado, mas também é aceito universalmente o caráter espontâneo da origem da maioria das cultivares, oriundo do resultado de mutações somáticas e de hibridizações naturais (Grosser *et al.*, 2000). A hibridação em citros constitui um sério desafio aos programas de melhoramento pelas dificuldades que apresenta: reprodução apomítica, esterilidade, alta heterozigotidade, longo período juvenil da progênie e o alto custo do processo (Saguee *et al.*, 1992; Grosser *et al.*, 2000).

Em citros, o fenômeno natural conhecido como apomixia ou embrionia nucelar é muito comum na propagação por semente dos porta-enxertos de interesse (Rao *et al.*, 2008). Ocorre devido ao grande potencial embriogênico do tecido nucelar do ovário circundante ao saco embrionário. Esta se define como o processo natural no qual há formação de embriões sem que tenha ocorrido a fusão dos gametas. Eles são originários das células do nucelo, tecido nutritivo temporário localizado na superfície do saco embrionário (Frost & Soost, 1968). Os embriões nucleares, produtos das divisões mitóticas do nucelo, serão idênticos ao progenitor feminino ou à planta mãe (Soares Filho *et al.*, 2000).

A presença de mais de um embrião numa mesma semente, independente de sua origem sexual ou não, é denominada de poliembrionia. Mais detalhadamente, três são as possibilidades de formação de embriões adicionais em citros, além do sexual: 1) originado pelo crescimento de células do nucelo, sendo o mais comum; 2) o embrião sexual divide-se em dois, formando gêmeos idênticos; esta divisão dá-se num estágio jovem do embrião, quando este ainda é formado por poucas células e 3) pela formação de dois sacos embrionários, resultando também dois embriões sexuais. Os dois últimos

processos descritos são produtos de uma duplicação de embriões sexuais (Frost & Soost, 1968; Soares Filho *et al.*, 2008).

Quanto maior é a taxa de poliembriõia, menor será a frequência de embriões zigóticos nos porta-enxertos (Frost & Soost, 1968; Soares Filho *et al.*, 2000), fato demonstrado em cruzamentos com parentais femininos as tangerineiras ‘Sunki’ e ‘Clementina’ (*Citrus clementina* Hort. ex Tan.) e os limoeiros ‘Volkameriano’ e ‘Cravo’, empregando-se como parental masculino o Trifoliata e seus híbridos (Soares Filho *et al.*, 2000). A tangerineira ‘Sunki’ destacou-se pela elevada frequência de embriões zigóticos (53,6%) e alta germinação e sobrevivência deles em consequência do seu maior vigor. Contudo, a proporção e o tamanho de embriões zigóticos e nucelares variam tanto pelo genótipo, condições ambientais, nutrição da planta e a variedade polinizadora (Garcia *et al.*, 1999). Dependendo do porta-enxerto, geralmente entre 1 a 40% das sementes produzem embriões zigóticos, pelo que devem ser retiradas para não comprometer a homogeneidade genética do viveiro (Sharma *et al.*, 2009).

Por exemplo, a porcentagem de progênies zigóticas em vários híbridos de citros tem sido achada dependente sobre a semente parental usada, a origem do pólen - autopolinização ou polinização cruzada - e as influências de fatores abióticos e bióticos. Também se reporta à ampla variabilidade entre as árvores, anos e regiões (Frost & Soost, 1968; Garcia *et al.*, 1999). Rodrigues *et al.* (1999) avaliando as variedades tangerineiras ‘Cai’ (*Citrus deliciosa* Ten.), e ‘Montenegrina’ (*C. deliciosa* Ten.), ‘Ponkan’ (*C. reticulata* Blanco) e ‘King’ (*C. nobilis* Lour.) constataram ampla variação no número de sementes viáveis por fruto, com média de 16, 14, 8 e 24, respectivamente. A produção de sementes monoembriônicas foi baixa (7,5%, 5,9%, 3,1% e 20,4%, respectivamente). Também, Guerra *et al.* (2012) relataram valores de poliembriõia para Trifoliata, os citrumeleiros ‘Swingle’, ‘Troyer’, ‘FEPAGRO C13’, ‘FEPAGRO

C37Dornelles’ e ‘FEPAGRO C41 Reck’ de 52%, 94%, 89%, 84%, 92%, 48%, respectivamente.

Desde a perspectiva do melhoramento, a apomixia pode limitar a recombinação genética, mas, também, na produção comercial de mudas procura-se selecionar os embriões nucelares e descartar os zigóticos, visando manter a uniformidade indefinidamente de genótipos superiores, portanto, rendimentos estáveis e confiáveis das copas enxertadas (Sanchez *et al.*, 2006; Raga *et al.*, 2012; Tallón *et al.*, 2012).

Embora seja pouco usual, alguns porta-enxertos comerciais exibem baixo nível de poliembrionia, reduzindo a quantidade de embriões nucelares úteis para estabelecer viveiros comerciais (Tallón *et al.*, 2012). A conjuntura faz com que a oferta de porta-enxertos nas quantidades demandadas pelo viverista pode ser comprometida. A menos que os *seedlings* zigóticos sejam detectados com precisão e eliminados no viveiro, genótipos diferentes da variedade plantada podem ocasionar perdas de produção e, o que é pior, variabilidade nas respostas a estresses bióticos e abióticos nos pomares (Hussain *et al.*, 2011).

Dentre os porta-enxertos que estão satisfazendo a demanda em troca do tradicional limoeiro ‘Cravo’, visando evitar a ‘MSC’, a tangerineira ‘Sunki’ é uma das principais (Jesus Júnior & Bassanezi, 2004). Usada para combinações com copas de laranjeiras tipo ‘Pera’, tangerineiras (*C. reticulata* Blanco) e pomeleiros (*Citrus paradisi* Macf.), conferem às mesmas elevado vigor e boa produtividade de frutos (Soares Filho *et al.*, 2002). Destaca-se por ser tolerante à tristeza, ao declínio dos citros, a morte súbita dos citros, à xiloporose, à salinidade e à seca (Castle., 1995; Bassanezi *et al.*, 2003; Pompeu Junior *et al.*, 2005).

Por outro lado, este porta-enxerto apresenta susceptibilidade à gomose de *Phytophthora* e à exocorte. Também, caracteriza-se pela baixa quantidade de sementes

por fruto (três ou quatro) e baixa taxa de poliembrionia (<20%) (Soares Filho *et al.*, 2000; Soares Filho *et al.*, 2002; Soares Filho *et al.*, 2003; Weiler *et al.*, 2009).

Este baixo grau de poliembrionia comparativamente à outros porta-enxertos, a exemplo da tangerineira ‘Cleópatra’, do limoeiro ‘Volkameriano’ e do próprio limoeiro ‘Cravo’ (Soares Filho *et al.*, 2002), limita, de maneira importante, a obtenção de mudas cítricas uniformes enxertadas sobre tangerineira ‘Sunki’.

O processo de identificação tradicional das plantas nucelares e zigóticas é feito nos primeiros estádios fenológicos após a germinação, levando em conta basicamente as características morfológicas e anatômicas, além do vigor das mesmas. Estas estão relacionadas com o maior vigor dos nucelares, pois competem por espaço e nutriente nas sementes em desenvolvimento resultando, normalmente, com a perda do embrião zigótico (Cristofani *et al.*, 1999; Rao *et al.*, 2008). Outros métodos mais caros e complexos (análises isoenzimáticas ou marcadores moleculares do tipo RAPD, ensaios de colorimetria, espectroscopia, cromatografia e, recentemente marcadores moleculares de caracteres quantitativos (QTLs) são possíveis de uso, inclusive nos primeiros dias após da germinação dos embriões, mas não praticados comercialmente (Iglesias *et al.*, 1974; Cristofani *et al.*, 1999; Sanchez *et al.*, 2006).

A eficiência na detecção de indivíduos nucelares e zigóticos dependem do tipo da população. O início do seu desenvolvimento pode ocorrer, ou não, ao mesmo tempo, o que não seria um parâmetro confiável para diferenciá-los. Sanchez *et al.* (2006) estudando porta-enxertos da tangerineira ‘Nasran’ (*C. amblycarpa* Ochse), ‘Cleópatra’ e o limoeiro ‘Volkameriano’, concluíram não ser possível definir a origem genética do embrião só pela sua morfologia e posição dentro do saco embrionário, porque eles mudaram de posição durante seu desenvolvimento. Aparentemente, os embriões nucelares dos três porta-enxertos estudados iniciaram seu desenvolvimento

sem ter iniciado o embrião zigótico. No entanto, posteriormente, deve ter ocorrido a dupla fecundação para garantir a sobrevivência dos embriões nucelares, pois estes dependem da nutrição proporcionada pelo endosperma (Wakana & Uemoto, 1987).

Bressan (2008), mediante avaliações morfológicas e físico-químicas, e agrupamento fenotípico em populações provenientes de autopolinização em ‘Montenegrina’ não conseguiu identificar morfológicamente, de modo confiável, os indivíduos de origem zigótica na população. Isso somente foi possível com o uso de marcadores de microssatélite.

Estudos desenvolvidos por Hussain *et al.* (2011) demonstraram que a inspeção visual de parâmetros de qualidade de frutos à campo, durante os primeiros cinco anos de cultivo, não foi suficiente para diferenciar todos os genótipos zigóticos e tetraploides de uma população de Trifoliata enxertada com ‘Clementina’.

Para manter a uniformidade dos clones de porta-enxertos, a seleção dos embriões nucelares deve ser feita o mais prematuramente possível. Porém, não é garantido seu sucesso, podendo tornar-se complexo, em especial para os candidatos promissores de porta-enxertos híbridos (Tallón *et al.*, 2012), ou, por exemplo, o caso da tangerineira ‘Sunki’. É importante destacar as seleções de tangerineiras ‘Sunki Tropical’ e ‘Sunki Maravilha’ adaptadas às condições de cultivo tropicais, que apresentam maior número de sementes (>7) e poliembrionia (100%) (Soares Filho *et al.*, 2003).

2.3 Propagação vegetativa

Os citros podem ser propagados por via sexuada ou assexuada. Dentre os métodos assexuados estão a alporquia, estaquia, micropropagação e enxertia, sendo esta última técnica a mais utilizada pelos viveiristas em nível mundial. No caso dos porta-

enxertos, eles podem ser obtidos a partir de sementes, por micropropagação ou por estaquia (Sharma *et al.*, 2009; Oliveira *et al.*, 2008).

Uma alternativa para manter as características genéticas da planta-mãe e evitar uma incorreta seleção entre os embriões nucelares e zigóticos de porta-enxertos de citros consiste na propagação assexuada por estacas. A possibilidade de multiplicação rápida e massal de novos genótipos de porta-enxertos, visando sua avaliação em espaços mais reduzidos nos programas de melhoramento genético, são de grande valia (Grosser *et al.*, 2000). Do mesmo modo, a carência de sementes certificadas no Brasil para vários porta-enxertos, pode ser uma técnica que contribuía em resolver esse problema.

A estaquia tem potencial de uso na atual legislação vigente para produção de mudas de citros onde a manutenção de matrizes e a produção de mudas deve ser feita em ambiente protegido. Ao mesmo tempo, a possível redução do vigor dos porta-enxertos propagados por estaquia em comparação ao método tradicional via semente pode ser vantajoso em pomares mais adensados (Girardi, 2006). No entanto, precisa-se superar dificuldades técnicas devido à ampla variação na resposta de enraizamento entre as diferentes espécies/cultivares cítricas, a maior incidência de gomose de *Phytophthora* spp., tombamento de plantas no campo e a menor adaptação das plantas a fatores abióticos (Sagee *et al.*, 1992; Ferri, 1997; Schäfer *et al.*, 2001; Pompeu Junior, 2005).

Muitas espécies de citros podem ser propagadas por estaquia (Ferguson, 1985; Sagee *et al.*, 1992; Mourão Filho *et al.*, 2009). Há várias décadas, tem-se propagado cidreiras (*C.s medica* L.) por estaquia nos países do Mediterrâneo; citros ornamentais nos Estados Unidos; e também para produzir plantas, quando as sementes são inviáveis ou com baixa viabilidade de sementes; poucas sementes por fruto, ou, ainda, baixo grau de embrionia nucelar (Ferguson, 1985).

Os trabalhos de pesquisa e melhoramento de citros têm aproveitado esta técnica de propagação. No entanto, seu uso é considerado limitado comercialmente. Em geral, menciona-se que as cidreiras, limoeiros, limeiras ácidas e as seleções de Trifoliata enraízam facilmente, enquanto as laranjeiras e as tangerineiras apresentam uma baixa capacidade de emissão de raízes adventícias (Platt & Opitz, 1973; Oliveira *et al.*, 2008, Oliveira *et al.*, 2014). Contudo, existe uma ampla variação da resposta ao enraizamento de porta-enxertos de citros nos estudos.

A propagação de porta-enxertos de citros por estaquia não vem sendo utilizada comercialmente no Brasil. Segundo Olivera *et al.* (2008), a finais da década passada, em razão da facilidade de enraizamento do Trifoliata e da falta de sementes certificadas desse porta-enxerto, alguns viveiristas do Rio Grande do Sul estavam testando a viabilidade comercial dessa técnica. A falta de legislação e continuidade do projeto impediu o aprofundamento das pesquisas.

Estudos realizados por Morales (1990) na EEA/UFRGS, concluíram a importância das folhas nas estacas tratadas com ou sem AIB (3.000 mg L^{-1}), sendo imprescindível duas a quatro folhas para a laranjeira ‘Valencia’ e seis para a tangerineira ‘Montenegrina’, visando aumentar o enraizamento e o crescimento das raízes. A ausência de folhas provocou um enraizamento baixo nas duas variedades copa (‘Valencia’: 35,5%; ‘Montenegrina’: 3,9%).

O tempo médio necessário para obtenção dos porta-enxertos via semente como os parâmetros adequados para a enxertia é de 6 a 8 meses, mas no Rio Grande do Sul pode ser mais de um ano (Girardi *et al.*, 2010; Rieth, 2012; Oliveira *et al.*, 2014). Através da estaquia, o porta-enxerto poderia estar pronto em menos de oito meses (Mourão Filho *et al.*, 2009; Oliveira *et al.*, 2014). Além, teoricamente, a estaquia permite a obtenção de mudas de porta-enxertos em diferentes épocas de coleta ou ao longo do ano, evitando o

inconveniente da maturação dos frutos em períodos específicos quando realizado por sementes. Portanto, são imprescindíveis estudos comparando as possíveis vantagens econômicas e técnicas destes dois sistemas de propagação.

Nas condições do Sul do Brasil, Rieth (2012) avaliando a evolução do crescimento vegetativo para mudas de Trifoliata (2,6 mm), tangerineira ‘Sunki’ (3,6 mm), citrumeleiro ‘Swingle’ (4,2 mm) e limoeiro ‘Volkameriano’ (5,1 mm), verificou que este último aproximou-se ao diâmetro adequado de 7 mm ao nível do colo, após 470 dias desde semeadura. Na mesma região, Teixeira (2007) empregando fertirrigação para porta-enxertos cultivados em ambiente protegido, 265 dias após de repicagem, o Trifoliata, o limoeiro ‘Cravo’ e o citrangeiro ‘FEPAGRO C13’ atingiram diâmetro ao nível do colo de 6,2 mm, 6,6 mm e 8,9 mm, respectivamente.

Rieger (1992) verificou que estacas de laranjeira ‘Azeda’ (*Citrus aurantium* L.) e do citrangeiro ‘Carrizo’ tinham maior massa seca das brotações e raízes em comparação às plantas obtidas por sementes. Esta diferença pode ter sido devido à retenção de folhas durante e após o enraizamento, resultando em uma área folhar maior por um período mais longo e, conseqüentemente, maior ganho cumulativo de carbono para as estacas, num mesmo período de crescimento. Segundo o autor, as diferenças nos resultados parecem indicar maior efeito das espécies ou à variedade específica que o método de propagação empregado.

Os efeitos favoráveis do tratamento com reguladores de crescimento traduzem-se em estímulo à iniciação radicular; aumento na porcentagem de estacas que formam raízes; aceleração do tempo de formação das raízes, com conseqüente diminuição da permanência das estacas no viveiro (Ferri, 1997).

Pio *et al.* (2002) encontraram que a aplicação de AIB numa concentração de 400 mg L⁻¹ em estacas de ‘Flying Dragon’ (*P. trifoliata* var. *monstrosa*) e 200 mg L⁻¹ em

Trifoliata proporcionaram as maiores porcentagens de enraizamento, 79% e 51%., respectivamente. Siviero *et al.* (2003), avaliando estacas obtidas de plantas oriundas de cruzamentos entre tangerineira ‘Sunki’ x Trifoliata ‘Rubidoux’, imersas em solução de AIB e ANA, cada uma contendo 1 g L^{-1} , mostraram enraizamento entre 50 a 100%, enquanto que somente 10% das estacas do progenitor ‘Sunki’ e 70% do progenitor Trifoliata enraizaram. Foram detectados dois QTLs associados ao enraizamento de estacas no mapa genético de Trifoliata.

Bassan *et al.* (2009), testando concentrações de AIB (0, 500, 1.000 e 2.000 mg L^{-1}) em estacas semi-lenhosas de laranjeira ‘Caipira’, limoeiro ‘Volkameriano’ e seu híbrido somático (mediante fusão de protoplasto), encontraram em todos os tratamentos elevadas porcentagens de sobrevivência e de enraizamento (acima de 90%), indicando alto potencial na propagação desses porta-enxertos por estaquia, independentemente do uso de fitorreguladores. Também, Oliveira *et al.* (2014), testando ou não a aplicação de 6.000 mg L^{-1} de AIB em estacas de 15 genótipos de porta-enxertos citros observaram facilidade no enraizamento, exceto para a tangerineira ‘Sunki Tropical’ (<10%). Não houve efeito do AIB no enraizamento em todos os genótipos.

Já, Uzun & Seday (2011), não observaram enraizamento mesmo em casa de vegetação com nebulização intermitente, para estacas coletadas em março (hemisfério Norte) de Trifoliata, citrangeiro ‘Carrizo’, tangerineira ‘Cleópatra’ e citrumeleiro ‘1492’ (*Citrus paradisi* x *Poncirus trifoliata*) mesmo com aplicação de AIB (até 4.000 mg L^{-1}). O máximo enraizamento foi constatado para o limoeiro ‘Volkameriano’ (73,9%).

A época de coleta das estacas é um fator determinante, uma vez que está relacionada com o estágio vegetativo do ramo e com o grau de atividade dos processos fisiológicos das plantas (Torrey, 1996; Hartmann *et al.*, 2002). O acúmulo de reservas

de carboidratos nas folhas e raízes em citros nas condições subtropicais acontece durante o inverno e a mobilização, ao mesmo nível, na primavera (Goldschmidt, 1999).

Durante um ciclo anual de crescimento, o conteúdo de carboidratos totais nas folhas e raízes de árvores de laranjeira ‘Valencia’ (*C.s sinensis* Osb.) e de tangerineira ‘Dancy’ (*C. tangerina* Hort. ex Tan.) apresentaram variações relacionadas com o crescimento reprodutivo. Nas folhas foram menores ao início de floração, máximos durante a fixação dos frutos e, logo, vinculado com o crescimento do fruto, diminuição até valores mínimos. Nas raízes comprovou-se um padrão oposto ao início da floração, diminuindo drasticamente durante o desenvolvimento do fruto (Laskowski, 2014).

Por esta razão, estudar a época de coleta das estacas na planta matriz em citros é especialmente importante, visando estabelecer se as reservas nos diferentes tecidos têm influência sobre o enraizamento de estacas nos diferentes genótipos, para as condições climáticas do Sul do Brasil.

Bushal *et al.* (2001) realizaram estudos no hemisfério Norte, avaliando a capacidade do enraizamento de estacas tratadas com 4.000 mg L⁻¹ em solução AIB em 29 cultivares de citros. Encontraram alta variação nas respostas, apresentando o limoeiro ‘Rugoso’, o Trifoliata e o limoeiro ‘Verdadeiro’ (*C. limon* L. Burm f.) 100% de enraizamento, enquanto que a tangerineira ‘Tengu’ (*C.s tengu* Hort. ex Tan.) e a tangerineira ‘Kuno Satsuma’ (*C. unshiu* Marc.) não enraizaram. O Trifoliata apresentou um valor máximo em junho (100%), sendo setembro o menor (30%); comportamento similar ao do ‘Flying Dragon’, que apresentou julho como o melhor mês (100%), mas teve um menor enraizamento em maio (26%). As respostas positivas coincidiram com as temperaturas mais elevadas do verão.

Andrade & Martins (2003), avaliando a propagação por estacas herbáceas, determinaram que os limoeiros ‘Volkameriano’ e ‘Cravo’ tiveram melhores resultados

que o Trifoliata e citrumeleiro 'Swingle'. A porcentagem de sobrevivência foi influenciada pelas concentrações de AIB, pelo porta-enxerto e época de coleta das estacas (primavera 87,3%; outono 58,6%). A porcentagem de enraizamento foi influenciada somente pela espécie e época de coleta das estacas, sendo maior na primavera (56,1%) que no outono (32,6%) para os quatro porta-enxertos estudados.

Outro aspecto importante refere-se ao comportamento agrônômico das mudas obtidas por estaquia no pomar. Por exemplo, Schäfer *et al.* (2001) avaliaram o comportamento de mudas de tangerineiras 'Montenegrina' obtidas diretamente por estaquia, com mudas tradicionais enxertadas sobre Trifoliata. Nos três primeiros anos de cultivo houve alta mortalidade das mudas propagadas por estaquia, além de menor crescimento vegetativo frente às aquelas enxertadas. Nos anos seguintes, não foram observadas diferenças entre as plantas. A baixa sobrevivência deveu-se à susceptibilidade das raízes da 'Montenegrina' a enfermidades de solo.

Martins (2005), estudando o comportamento de laranjeiras 'Valência' e tangerineiras 'Montenegrina' propagadas por estaquia, comparativamente às enxertadas em diferentes espécies de porta-enxertos, verificou que o desenvolvimento inicial foi menor naquelas produzidas por estaquia, somente igualando-se às enxertadas a partir do quarto ano de produção.

Por outro lado, quando estacas do citrumeleiro 'Swingle' foram transplantadas para sacolas, somente após permanecer por sete meses em ambiente protegido as mudas estavam aptas para a enxertia (Girardi, 2006). O autor afirma que o longo período para formar a muda a partir de estacas, aliado ao maior descarte, torna inviável a técnica comparativamente ao método tradicional. No entanto, também relata que os porta-enxertos obtidos a partir de estacas apresentam excelente potencial para subenxertia a campo, reduzindo os custos e facilitando a execução desse método.

2.4 Condições da área experimental e do processo de propagação

Os experimentos foram conduzidos nas instalações do Departamento de Horticultura e Silvicultura da Universidade Federal Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS. Com o intuito de complementar as discussões e resultados descritos nos três artigos, é apresentado o registro fotográfico e o análises foliar das estacas nas diferentes fases experimentais (Apêndices).

3 ARTIGOS

3.1 Enraizamento de estacas de tangerineira ‘Sunki’ e híbridos no outono

Rooting of cuttings of tangerine ‘Sunki’ and hybrids during the autumn

(Manuscrito encaminhado de acordo às normas da Revista Ciência Rural)

RESUMO

Alguns porta-enxertos de citros apresentam risco de segregação genética se propagados sexuadamente, em função da baixa apomixia. A propagação por estaquia pode evitar este problema. Objetivou-se neste trabalho avaliar o potencial de enraizamento de estacas semi-lenhosas de tangerineira ‘Sunki’ (*C. sunki* Hort. ex. Tan.) e de três de seus híbridos coletadas no outono e submetidas à presença ou não de folhas e tratadas com distintas concentrações de ácido indolbutírico (AIB). Foram realizados dois experimentos em casa de vegetação com nebulização intermitente. No primeiro, realizado somente com tangerineira ‘Sunki’, testou-se a presença ou não de três folhas adultas, além de quatro concentrações de AIB (0, 750, 1.500 e 3.000 mg L⁻¹). No segundo, avaliou-se o enraizamento de estacas com folha de tangerineira ‘Sunki’ e de seus híbridos H49, H77, H92, submetidas a três concentrações de AIB (0, 1.500 e 3.000 mg L⁻¹). Os resultados indicaram que é fundamental a presença de folhas em estacas de tangerineira ‘Sunki’ para o enraizamento. Estacas dos híbridos H49, H77, H92 e, principalmente, de tangerineira ‘Sunki’, têm baixo potencial de enraizamento se coletadas no outono, até mesmo com a aplicação de 3.000 mg L⁻¹ de AIB (<25%).

Palavras-chave: apomixia, *Citrus sunki*, propagação vegetativa, ácido indolbutírico.

ABSTRACT

Some citrus rootstocks are at risk of genetic segregation if propagated sexually, due to the low apomixis. Propagation by cuttings can avoid this problem. The objective

of this work was to evaluate the potential of rooting of semi-hardwood cuttings of ‘Sunki’ mandarin (*C. sunki* Hort. Ex. Tan) and three of its hybrids collected in the fall and submitted to the presence or absence of leaves and treated with different concentrations of indolebutyric acid (IBA). Two experiments were conducted in greenhouse with intermittent mist system. In the first, performed only with ‘Sunki’ mandarin, tested the presence of three leaves was tested, as well as four concentrations of IBA (0, 750, 1.500 and 3.000 mg L⁻¹). Then, the rooting of cuttings with mandarin leaf ‘Sunki’ and their hybrids H49, H77, H92 were evaluated, submitted to three IBA concentrations (0, 1.500 and 3.000 mg L⁻¹). The results indicate it is essential the presence of leaves in cuttings of ‘Sunki’ mandarin for the rooting. Cutting of hybrids H49, H77, H92, and especially of ‘Sunki’ mandarin, have low rooting potential if collected in the autumn even with the application of 3.000 mg L⁻¹ IBA (<25%).

Key words: apomixis, *Citrus sunki*, vegetative propagation, indolebutyric acid.

INTRODUÇÃO

Os programas de melhoramento genético têm estimulado a diversificação varietal de porta-enxertos na citricultura brasileira, visando reduzir a vulnerabilidade dos pomares à disseminação de doenças, em razão à predominância do limoeiro ‘Cravo’ (*C. limonia* Osb.) (MOREIRA et al., 2010). A tangerineira ‘Sunki’ (*C. sunki* Hort. ex. Tan.) tem sido um dos porta-enxertos indicados principalmente em combinações com copas de laranjeiras [*C. sinensis* (L.) Osb.], tangerineiras (*C. reticulata* Blanco) e pomeleiros (*C. paradisi* Macf.), conferindo boas produtividades e qualidade aos frutos. Além disso, proporciona tolerância à tristeza, ao declínio dos citros, à morte súbita, à salinidade e à seca (SIVIERO et al., 2003).

A apomixia, comum nas sementes de citros, permite manter as características desejadas ao escolher-se os embriões nucelares, ou seja, produzidos assexuadamente a partir de divisões mitóticas, resultando em plantas idênticas à planta mãe (RAO et al., 2008). Quanto mais elevada a taxa de poliembrionia, maiores são as chances de germinar plântulas de origem nucelar (PASSOS et al., 2006). Em consequência, normalmente, a obtenção de porta-enxertos de citros via semente representa um método fácil de propagação, sem ter o inconveniente da segregação genética. Com tudo, a tangerineira ‘Sunki’ é uma espécie de baixa propensão à poliembrionia, menor do que 20%, e reduzido número de sementes por fruto, entre três a quatro (SOARES FILHO et al., 2002; WEILER et al., 2009).

Nesse contexto, outro método de propagação assexuada, como a estaquia, tem potencial para uso visando à obtenção de porta-enxertos clonais.

Entretanto, o sucesso da estaquia depende de vários fatores, como espécies e cultivares envolvidas (PLATT & OPITZ, 1973; SAGEE et al., 1992; BUSHAL et al., 2001), vigor, idade e nutrição da planta matriz; teor de amido e hormônios presentes nas estacas; umidade relativa do ar e temperatura, substrato do meio de enraizamento, entre outros (FERRI, 1997; HARTMANN et al., 2002). Estes fatores podem ser alterados pela época de coleta, pelo tipo de estaca e pelas concentrações de auxinas aplicadas às estacas (BUSHAL et al., 2001; FELZENER et al., 2007).

Devido à facilidade de recombinação genética dos citros, existe ampla diversidade de genótipos. Algumas seleções de porta-enxertos ainda precisam ser mais estudadas, visando tornar-se comercialmente acessíveis. WEILER et al. (2009) identificaram por marcadores moleculares do tipo microssatélites a ocorrência de três híbridos de ‘Sunki’ (H49, H77 e o H92), que estão sendo cultivados na Estação Experimental Agrônômica da Universidade Federal Rio Grande do Sul (EEA/UFRGS).

Objetivou-se estudar o potencial de enraizamento de estacas de tangerineira ‘Sunki’ e de três de seus híbridos, coletadas durante o outono e submetidas a diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB) e presença ou não de folhas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de nebulização intermitente, localizada na Faculdade de Agronomia da UFRGS, Porto Alegre, RS. A mesma apresentava bancadas de alvenaria e cobertura com telhas plásticas transparentes (75% interceptação luminosa). Os valores médios de temperatura e umidade relativa interna durante o experimento foram $15,3^{\circ}\text{C} \pm 4,2^{\circ}\text{C}$ e $92,6\% \pm 5,4\%$. O manejo da irrigação foi automatizado e consistiu de ciclos diferenciados de microaspersão, onde das 7 às 19 horas era de 15 segundos em intervalos de 2 minutos; e, das 19 às 7 horas era de 15 segundos a cada 14 minutos e 45 segundos.

O material vegetal dos híbridos foi selecionado de plantas cultivadas em campo (21 anos de idade) provenientes de uma população segregante obtida a partir da polinização aberta, sendo o genitor feminino o tangeleiro ‘Lee’ [*C. clementina* Hort. ex Tan. x (*C. tangerina* Hort. ex Tan. x *C. paradisi* Macf.)] e o parental masculino tangerineira ‘Sunki’ identificado por marcadores moleculares do tipo microssatélites (WEILER et al., 2009). Estas plantas estão localizadas na EEA-UFRGS, em Eldorado do Sul, RS, Brasil ($30^{\circ} 06' \text{ S}$ e $51^{\circ} 39' \text{ O}$).

Os ramos de tangerineira ‘Sunki’ foram selecionados a partir de três plantas matrizes cultivadas em vasos de 100 L há 10 anos em casa de vegetação, contendo substrato (solo:areia grossa:casca de arroz carbonizada; 2:2:1, em volume), e

fertirrigadas por gotejamento. Esta coleção de plantas matrizes de porta-enxertos de citros está localizada na EEA – UFRGS.

No outono de 2013 (14 de abril), foram coletados ramos de aproximadamente um metro de comprimento, provenientes das brotações do ano anterior. Estes foram levados à casa de nebulização, onde se preparou estacas semi-lenhosas (9 a 11 cm de comprimento por 0,2 a 0,4 cm de diâmetro) da porção apical dos ramos, que foram imediatamente submetidas aos tratamentos de soluções de AIB (dissolução de ácido indol-3-butírico ($C_{12}H_{13}NO_2$) p.a. - solvente composto de 50% de água destilada e 50% de álcool etílico) que foi aplicado à base das estacas por 10 segundos.

Foram implementados dois experimentos. Inicialmente, no Experimento 1, avaliou-se a presença (três folhas maduras) ou ausência de folhas em estacas de tangerineira ‘Sunki’, além de concentrações de AIB (0, 750, 1.500 e 3.000 mg L⁻¹ de AIB). Utilizou-se o esquema fatorial 2 x 4 (presença ou ausência de folhas x quatro concentrações de AIB), em delineamento de blocos ao acaso, com três repetições de 10 estacas por parcela.

No Experimento 2, testou-se o enraizamento de estacas com três folhas de tangerineira ‘Sunki’ e de três híbridos (H49, H77 e H92), além de concentrações de AIB (0, 1.500 e 3.000 mg L⁻¹ de AIB). Utilizou-se o esquema fatorial 4 x 3 (4 genótipos x 3 concentrações de AIB) em delineamento de blocos ao acaso, com três repetições de 10 estacas por parcela.

Após a aplicação dos tratamentos, as estacas permaneceram por 130 dias em bandejas de poliestireno expandido de 72 células, com formato piramidal invertido (120 x 50 mm - profundidade x largura da célula) e em substrato casca de arroz carbonizada. Finalizado o período, avaliou-se o percentual de estacas vivas (com ou sem raízes), com raízes (raízes adventícias), brotadas (vivas, com ou sem raízes), com calo (vivas, sem

raízes), retenção foliar (folhas retidas por estaca), o número de raízes adventícias e comprimento do maior broto (cm) por estaca (com raízes).

No início e ao final dos experimentos, determinou-se o conteúdo de reservas totais nas estacas. Em laboratório, 10 estacas por tratamento foram secas em estufa (65°C, até peso constante) e, logo, moídas em moinho acoplado com peneira de 20 malhas por polegada. Uma grama de cada amostra foi acondicionada e hermeticamente fechada em TNT (tecido não tecido) para filtragem de alimentos. Cada amostra foi submetida à digestão, segundo o método descrito por Priestley (1965). No início do experimento foram avaliadas quatro amostras de 10 estacas por genótipo e, ao final, três repetições de 10 estacas por tratamento.

Realizaram-se análises de variância das médias nas variáveis, que foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Também, procederam-se análises de regressão para as concentrações de AIB, empregando-se o programa estatístico SAS 9.3[®]. Em função do não enraizamento nos tratamentos sem folha, a análise estatística em esquema fatorial duplo foi feita apenas para a variável estacas vivas do Experimento 1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Experimento 1, as estacas sem folha não apresentaram enraizamento, brotação, nem formação de calos, independentemente das concentrações de AIB. A porcentagem de estacas vivas sem folhas após 130 dias de experimentação foi baixa (média 16,7%) e sem efeito do AIB (Figura 1A), segundo análise de variância. Já a presença de folhas nas estacas permitiu a sobrevivência de mais de 90% das estacas neste mesmo período (Figura 1A).

No tocante ao enraizamento, que somente aconteceu nas estacas com folhas, verificou-se efeito linear crescente pelas concentrações de AIB atingindo 25,5% com 3.000 mg L⁻¹, frente a 6,7% sem a aplicação do fitorregulador (Figura 1B). Também, a percentagem de estacas com calo foi baixa sem efeito do AIB (média 23,1%) (Dados não apresentados).

As estacas sem folha apresentaram brotações nas primeiras semanas de experimentação, mas acabaram morrendo ao longo do período. Este comportamento indica a importância da manutenção de folhas adultas nas estacas, pois atuam, inicialmente, como fonte de carboidratos e hormônios, para, posteriormente, auxiliarem na fotossíntese, facilitando o processo de brotação e de enraizamento (THOMAS & SCHIEFELBEIN, 2004). Mourão Filho et al. (2009) também concluíram que estacas com um par de folhas foram mais indicadas para propagar o citrumeleiro ‘Swingle’ (*P. trifoliata* x *C. paradisi*), sendo o AIB desnecessário.

O percentual de enraizamento no melhor tratamento (estacas com folha submetidas a 3.000 mg L⁻¹ de AIB) foi baixo, possivelmente pela época de coleta das estacas. Esta coleta ocorreu no outono, período em que as temperaturas diminuem no Sul do Brasil, acarretando redução nas concentrações de promotores do enraizamento e aumento nas concentrações de inibidores nos tecidos vegetais (HARTMANN et al., 2002). Isso indica a importância em caracterizar o comportamento do enraizamento das estacas em diferentes épocas do ano, apontando a necessidade de realização de estudos em épocas de maior temperatura ambiente, como primavera e verão.

No Experimento 2, não houve interação significativa entre os fatores genótipos e concentração de AIB para todas as variáveis avaliadas. Houve diferenças significativas entre os genótipos para porcentagem de brotação ($p < 0,01$) (Figura 2C), número de raízes ($p < 0,05$) (Figura 2E) e comprimento do maior broto ($p < 0,05$) (Figura 2F). As

concentrações de AIB foram significativas para o enraizamento ($p < 0,01$) e para o número de raízes ($p < 0,01$).

A porcentagem de estacas vivas apresentou valores elevados em todos os genótipos (média de 97,2%), sem efeito das concentrações de AIB (Figura 2A). BASSAN et al. (2009) relataram diferenças de acordo como o genótipo, mas, também, com uma sobrevivência alta ($>90\%$), quando estacas de laranjeira ‘Caipira’ (*C. sinensis* Osb.), limoeiro ‘Volkameriano’ (*C. volkameriana* Ten. & Pasq.) e seu híbrido somático foram tratadas com 2.000 mg L^{-1} .

O enraizamento das estacas não foi afetado pelo genótipo, tendo a resposta uma relação linear positiva ($r^2 = 0,71$) com as concentrações de AIB e atingindo um máximo de 23% na máxima concentração testada (Figura 2B). No tratamento testemunha apenas média de 6,8% das estacas enraizaram. Em resposta semelhante ao presente estudo, estacas de laranjeira ‘Valencia’ (*C. sinensis*) tratadas com até 5.000 mg L^{-1} de AIB apresentaram baixo enraizamento ($<20\%$) e sobrevivência ($<40\%$), determinando esta espécie como de difícil propagação (HABERMANN et al., 2006).

Além da dificuldade já reportada para as tangerineiras, a baixa resposta no enraizamento neste experimento pode se relacionar à época da coleta das estacas (outono), quando, geralmente, os níveis dos compostos e promotores de enraizamento estão mais baixos do que no período de desenvolvimento vegetativo (primavera e verão) (HARTMANN et al., 2002). Esta afirmação está em concordância com BUSHAL et al. (2001), que encontraram maior enraizamento em estacas de Trifoliata coletadas no verão (100%) frente ao outono (30%).

Para estacas do porta-enxerto ‘Flying Dragon’ (*P. trifoliata* Raf. var. *monstrosa*) a melhor época de coleta no enraizamento e número de raízes foi durante o outono, relacionado com maiores teores de açúcares redutores e totais nos ramos (FELZENER

et al., 2007). Assim, a melhor época de coleta das estacas nos citros depende do genótipo.

As estacas tiveram maior porcentagem de brotação no híbrido H49 (média 47,8%). Os híbridos H92 e H77 responderam com brotação menor (inferior a 30%) (Figura 2C). A tangerineira ‘Sunki’ foi significativamente inferior aos seus híbridos, com o valor mínimo na concentração de 3.000 mg L⁻¹ (6,7%). O efeito do genótipo também foi relatado por BASSAN et al. (2009), encontrando maior resposta do limoeiro ‘Volkameriano’ (100%) e do seu híbrido somático (95%), ao das plantas de laranjeira ‘Caipira’ (45%).

As estacas mantiveram alta porcentagem de folhas retidas, 130 dias após de permanecer em casa de nebulização (Figura 2D). A maior resposta foi para a tangerineira ‘Sunki’ (média 96,1%) e a menor para o híbrido H92 (média 89,9%). A retenção da folha pode ser mais uma consequência do enraizamento, relacionado com a translocação de amido das folhas à base das estacas (ONO & RODRIGUES, 1996).

O número de raízes por estaca teve comportamento positivo em relação às concentrações de AIB aplicadas em todos os genótipos, sendo 3.000 mg L⁻¹ a melhor resposta (Figura 2E). O híbrido H77 teve resposta linear positiva, e mostrou o maior valor (3,1 raízes por estaca), enquanto o H49 (1,3 raízes por estaca) foi o menor. A média no experimento foi baixa, apenas 1,3 raízes por estaca. Os resultados deste estudo destoam dos relatados por BASSAN et al. (2009), que evidenciaram maior número de raízes por estaca em laranjeira ‘Caipira’ (3,5) e em limoeiro ‘Volkameriano’ (7,3) tratadas com 2.000 mg L⁻¹ de AIB. Igualmente, estacas de ‘Flying Dragon’ apresentaram significativamente maior número de raízes ao ser tratadas com AIB + ácido caféico 0,5% (FELZENER et al., 2007). Estas diferenças entre estudos pode ser consequência dos diferentes genótipos, épocas do ano e tempo de experimentação.

Os híbridos apresentaram valores significativamente mais altos no comprimento do maior broto (2,7 cm) em relação à tangerineira ‘Sunki’ (1,4 cm), independentemente da concentração de AIB (Figura 2F).

Ao analisar o conteúdo de reservas totais nos tecidos (folhas e hastes), verificou-se que não houve diferença para as reservas nas folhas e nas hastes, tanto entre genótipos, quanto entre as distintas concentrações de AIB (Tabela 1). No entanto, percebe-se que o conteúdo em reservas nas folhas sofre redução do início para o final do experimento, enquanto que nas hastes acontece o contrário, aumento ao longo do período. Este comportamento comprova a importância das folhas nas estacas, pois indica remobilização e translocação das substâncias de reservas, principalmente carboidratos, visando promover e incrementar o enraizamento (HAN et al., 2009; ONO & RODRIGUES., 2009).

CONCLUSÕES

É fundamental a presença de folhas em estacas semi-lenhosas de tangerineira ‘Sunki’, visando sua propagação vegetativa. Estacas semi-lenhosas de tangerineira ‘Sunki’ e dos híbridos H49, H77, H92 têm baixo potencial de enraizamento se coletadas no outono. A aplicação de 3.000 mg L⁻¹ de ácido indolbutírico contribui para melhorar o enraizamento de estacas de tangerineira ‘Sunki’ e de seus híbridos.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e à FAPERGS (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- BASSAN, M. et al. Enraizamento de estacas do híbrido somático Laranja ‘Caipira’ + limão ‘Volkameriano’ e de seus genitores. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.31, p.602-606, 2009. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452009000200041
Acesso em: 13 jan. 2015. doi: [/10.1590/s010029452009000200041](https://doi.org/10.1590/s010029452009000200041).
- BUSHAL, R.C. et al. Propagation of citrus by stem cutting and seasonal variation in rooting capacity. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v.4, p.1294-1298, 2001. <http://www.scialert.net/abstract/?doi=pjbs.2001.1294.1298>. 2001.1294.1298. Acesso em: 21 agos.2014. doi: [10.3923/pjbs.2001.1294.1298](https://doi.org/10.3923/pjbs.2001.1294.1298)
- FELZENER, L.T. et al. Efeitos de reguladores vegetais no enraizamento de estacas caulinares de *Poncirus trifoliata* var. *monstrosa* (T. Ito). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.29, p.399-402, 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-29452007000200041&script=sci_arttext
Acesso em: 24 fev. 2015. doi [10.1590/S0100-29452007000200041](https://doi.org/10.1590/S0100-29452007000200041).
- FERRI, C.P. Enraizamento de estacas de citros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.19, p.113-121, 1997.
- HABERMANN, G. et al. Rooting of healthy and CVC-affected ‘Valência’ sweet orange stem cuttings, through the use of plant regulators. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.49, p.29-36, 2006. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-89132006000100004&script=sci_arttext.
Acesso em: 22 fev. 2015. doi: [10.1590/s1516-89132006000100004](https://doi.org/10.1590/s1516-89132006000100004).
- HAN, H.; ZHANG, S.; SUN, X. A review on the molecular mechanism of plants rooting modulated by auxin. **African Journal of Biotechnology**, v.8, n.3, p.348-353,

2009. Disponível em: <http://www.academicjournals.org/journal/AJB/article-abstract/3AE97F45526> Acesso em: 22 fev. 2015. doi: 10.5897/AJB2009.000-9062

HARTMANN, H. et al. **Plant propagation: principles and practices**. New Jersey: Prentice-Hall, 2002, 880p.

MOREIRA, R.; RAMOS, J.; DA CRUZ, M. Caracterização de frutos e poliembrionia em sementes de ‘Fying Dragon’ e de híbridos de porta-enxerto de citros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, p.486-492, 2010. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-29452010000200019&script=sci_arttext Acesso em: 12 fev. 2015. doi: [10.1590/s0100-29452010005000056](https://doi.org/10.1590/s0100-29452010005000056).

MOURÃO FILHO, F.A.; GIRARDI, E.A; ZARATE, H.T. ‘Swingle’ citrumelo propagation by cuttings for citrus nursery tree production or inarching, **Scientia Horticulturae**, v.120, p.207-212, 2009. Disponível em: <http://www.producao.usp.br/handle/BDPI/19211> Acesso em: 15 fev. 2015. doi: [10.1016/j.scienta.2008.11.001](https://doi.org/10.1016/j.scienta.2008.11.001).

ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D. **Aspectos da fisiologia do enraizamento de estacas caulinares**. Jaboticabal: FUNEP (FCAV – UNESP), 1996, 83p.

PASSOS, O.S. et al. Caracterização de híbridos de *Poncirus trifoliata* e de outros porta-enxertos de citros no Estado da Bahia. **Revista Brasileira Fruticultura**, v.28, p.410-413, 2006. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-29452007000200041&script=sci_arttext. Acesso em: 15 fev. 2015. doi: [10.1590/s0100-29452006000300016](https://doi.org/10.1590/s0100-29452006000300016)

PLATT, R.G & OPITZ, K.W. **Propagation of citrus**. In: REUTHER, W. **The citrus industry**. Berkeley: University of California, 1973. Cap. 1, p. 1-47.

PRIESTLEY, G. A new method for the estimation of the resources of apple tress. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.16, p.717-721, 1965. Disponível

em: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jsfa.2740161205/abstract>. Acesso em: 24 jan. 2015. doi:10.1002/jsfa.2740161205

SAGEE, O. et al. Involvement of rooting factors and free IAA in the rootability of citrus species stem cuttings. **Scientia Horticulturae**, v.51, p.187-195, 1992. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/030442389290118V>. Acesso em: 18 jan. 2015. doi 10.1016/0304-4238(92)90118-v.

SIVIERO, A.; CRISTOFANI, M.; MACHADO, M.A. QTL mapping associated with rooting stem cuttings from *Citrus sunki* vs. *Poncirus trifoliata* hybrids. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.3, p.83-88, 2003. Disponível em: <http://eurekamag.com/research/003/903/003903509.php> . Acesso em: 22 jan. 2015. doi [10.12702/1984-7033.v03n01a12](https://doi.org/10.12702/1984-7033.v03n01a12).

SOARES FILHO, W.S. et al. Frequência de híbridos em cruzamentos controlados de citros: cultivo de sementes *versus* cultivo *in vitro* de embriões. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.37, p.981-988, 2002. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2002000700012 Acesso em: 2 jan. 2015. doi [10.1590/S0100-204X2002000700012](https://doi.org/10.1590/S0100-204X2002000700012).

THOMAS, P.; SCHIEFELBEIN, J. Roles of leaf in regulation of root and shoot growth from single node softwood cuttings of grape (*Vitis vinifera*). **Annals of applied biology**, v.144, p.27-37, 2004. Disponível em: <http://deepblue.lib.umich.edu/handle/2027.42/65538>. Acesso em: 24 fev.2015.

WEILER, R.L. et al. Teste de paternidade e avaliações agronômicas de possíveis híbridos de tangerineira 'Sunki'. **Scientia Agraria**, v.10, p.429-435, 2009. Disponível em: http://www.re_dalyc.org/articulo.oa?id=99512492002 Acesso em: 3 fev. 2015.

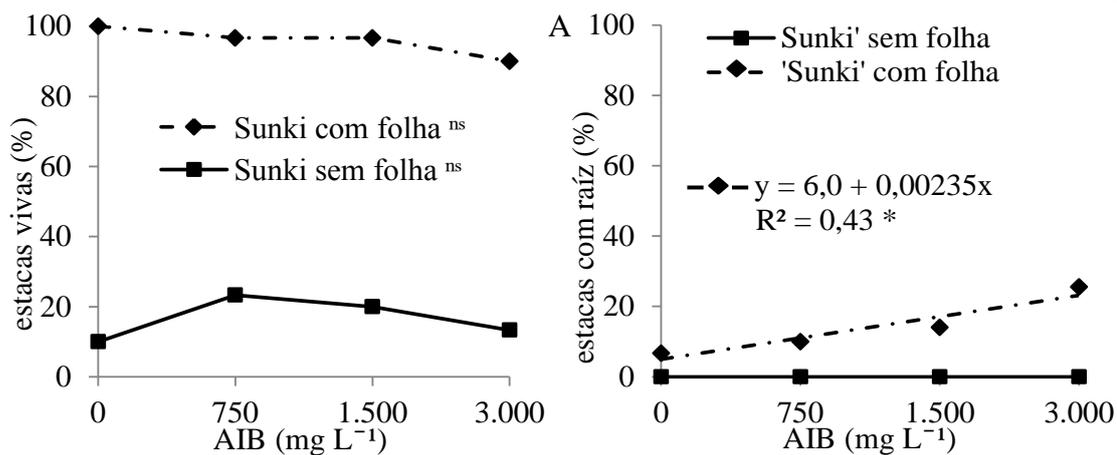


Figura 1. Porcentagem de estacas vivas (A) e enraizadas (B) de tangerineira ‘Sunki’ em função das concentrações de AIB e presença de folhas, após de 130 dias sob nebulização intermitente. Porto Alegre - RS, 2013. ns – não significativo. significativo * ($P < 0,05$)

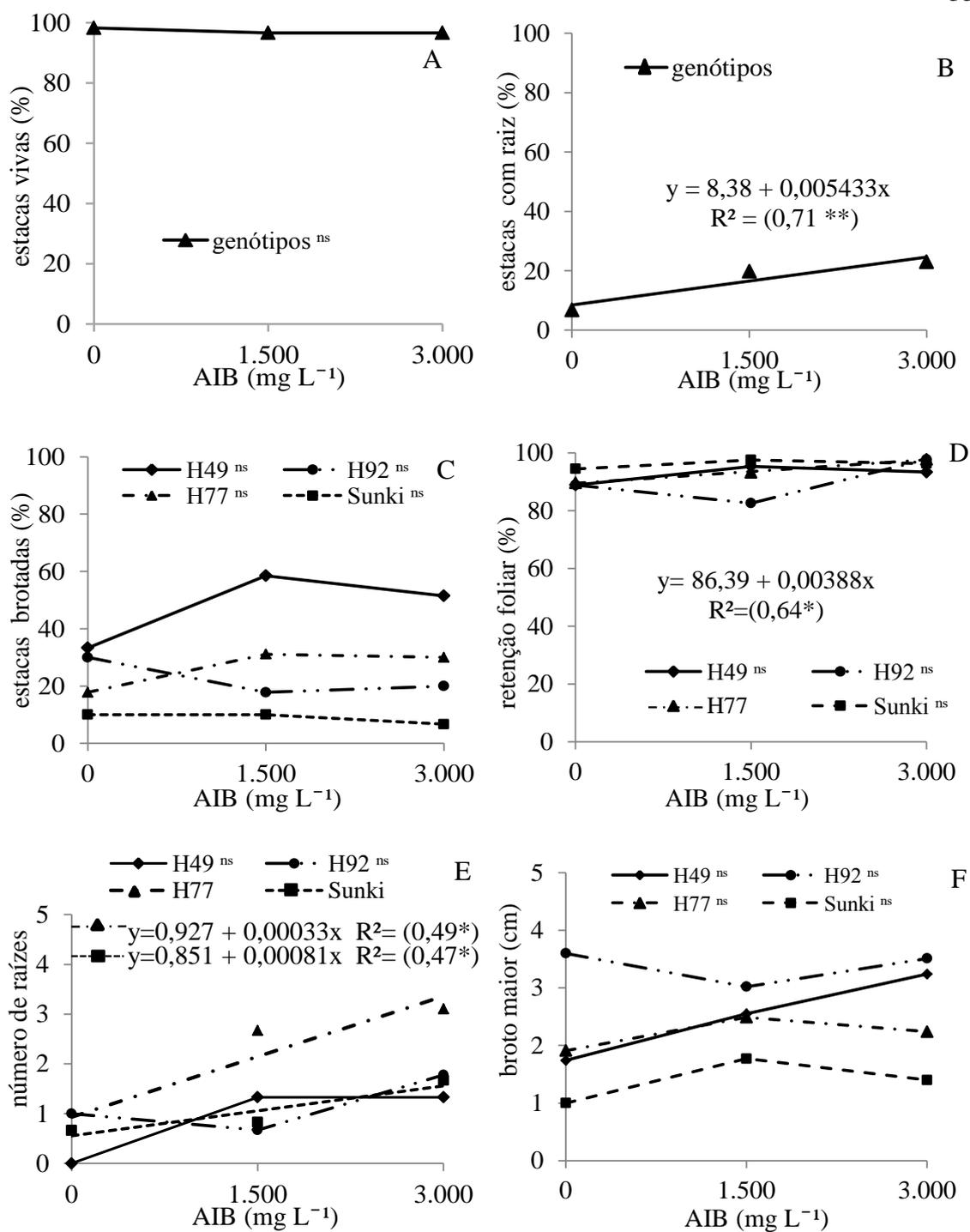


Figura 2. Porcentagem de estacas vivas (A), com raiz (B), brotadas (C), retenção foliar (D), número de raízes (E) e comprimento do maior broto (F) de genótipos de tangerineira ‘Sunki’ em função das concentrações de AIB. Porto Alegre - RS, 2013. Porto Alegre - RS, 2013. ns – não significativo. significativo * (P<0,05), ** (P<0,01)

Tabela 1. Conteúdo de reservas totais de estacas (haste e folhas) de híbridos de tangerineira ‘Sunki’, no início e ao final do experimento (130 dias sob nebulização intermitente). Porto Alegre - RS, 2013.

Conteúdo de reservas totais (%)						
Genótipo	Estacas no início do experimento	Final do experimento				
		Estacas tratadas com AIB (mg L ⁻¹)				
		0	1.500	3.000	Média	
Folhas	H49	55,5 ^{ns}	49,3	48,3	48,5	48,7 ^{ns}
	H77	56,3	45,7	47,0	45,7	46,1 ^{ns}
	H92	56,5	52,7	47,7	46,7	49,1 ^{ns}
	‘Sunki’	53,3	52,3	49,0	49,5	49,3 ^{ns}
	Média		50,4 ^{ns}	48,4 ^{ns}	47,6 ^{ns}	
Haste	H49	19,3 ^{ns}	24,7	23,5	27,3	25,2 ^{ns}
	H77	22,7	26,3	26,7	27,3	26,8 ^{ns}
	H92	21,3	24,0	27,0	27,1	26,1 ^{ns}
	‘Sunki’	21,8	24,7	25,5	28,3	26,2 ^{ns}
	Média		24,9 ^{ns}	25,7 ^{ns}	27,8 ^{ns}	

Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (P<0,05). ns – não significativo

3.2 Condições de cultivo da planta matriz e uso de ácido indolbutírico na propagação da tangerineira ‘sunki’ por estaquia

(Manuscrito encaminhado de acordo às normas da Revista Brasileira de Fruticultura)

RESUMO – Os porta-enxertos em citricultura são obtidos tradicionalmente a partir de sementes, selecionando-se as plantas de origem apomítica. Porém, há risco de não se fazer a seleção correta, devido à baixa taxa de apomixia e à alta heterozigotidade em algumas espécies ou cultivares, como a tangerineira ‘Sunki’. A obtenção dos mesmos via estaquia pode solucionar esse problema. O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial de enraizamento de estacas de tangerineira ‘Sunki’ (*Citrus sunki* Hort. ex Tan.), coletadas de matrizes cultivadas no campo ou em ambiente protegido, utilizando diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB). As estacas foram coletadas no final da primavera e mantidas por 90 dias em casa de vegetação com nebulização intermitente. Adotou-se o delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições, em arranjo fatorial 2 x 4, referente a duas condições de cultivo (matrizes cultivadas a campo e em ambiente protegido) e quatro concentrações de AIB (0, 750, 1.500 e 3.000 mg L⁻¹). O enraizamento da tangerineira ‘Sunki’ foi elevado, chegando a 96% nas duas condições de cultivo. A brotação (53%) e a sobrevivência (95%) das estacas apresentaram valores satisfatórios, independentemente do AIB. O emprego do AIB somente é necessário em estacas provenientes de plantas mantidas em ambiente protegido, pois melhora seu enraizamento e número de raízes.

Palavras-chaves: *Citrus sunki*, enraizamento, fitorregulador, porta-enxertos.

Growing conditions of the mother plant and use of IBA in the propagation of ‘Sunki’ mandarin by cuttings.

ABSTRACT – The rootstocks in citriculture are obtained from seeds, selecting the apomitic seedlings. However, there is risk of not making the correct selection, due to low level of polyembryony and high heterozygosity in some species or

cultivars, such as ‘Sunki’ mandarin. Therefore, obtaining the citrus rootstocks through cuttings can solve this problem. The objective of this study was to evaluate the potential of rooting semi-hardwood cuttings of ‘Sunki’ mandarin (*Citrus sunki* Hort. ex Tan.), collected from mother plants cultivated on the field or in a greenhouse, using different concentrations of indolbutyric acid (IBA). Cuttings were collected in late spring and maintained for 90 days in greenhouse with intermittent mist system. Completely randomized block design was used, with four replications in a factorial 2 x 4, concerning to two culture conditions (mother plants cultivated on the field and in a greenhouse) and four concentrations of IBA (0, 750, 1.500 and 3.000 mg L⁻¹). The rooting of ‘Sunki’ mandarin was high, reaching 96% in both conditions of culture. The sprouting (53%) and survival (95%) of the cuttings showed satisfactory values, regardless of the IBA. The use of IBA is only necessary in cuttings originated from plants kept in greenhouse, improving rooting and number of roots.

Index-terms: *Citrus sunki*, growth regulators, rooting, rootstocks.

INTRODUÇÃO

Na citricultura, os porta-enxertos são propagados por sementes por apresentarem apomixia, o que permite a multiplicação de embriões nucleares, que mantêm as características da planta matriz (TALLÓN et al., 2012).

O método tradicional de seleção dos porta-enxertos de citros para repicagem e enxertia, dá-se mediante semelhanças morfológicas (principalmente pelo porte das plantas). Esse método não garante manutenção da uniformidade genética, pois a frequência dos embriões zigóticos é alterada segundo as condições climáticas, anos, espécies, genótipos, idade e estado nutricional da árvore ou regiões (RAO et al., 2008). Hussain et al. (2011) verificaram, num pomar de ‘Clementina’ enxertada sobre *Poncirus trifoliata* (L.) Raf., que em torno de 6,6% desses porta-enxertos eram zigóticos, aumentando o risco de disseminação do vírus da tristeza pela possível perda de tolerância das plantas.

Dentro dos programas de diversificação de porta-enxertos impulsionados recentemente na citricultura brasileira, visando reduzir a vulnerabilidade dos

pomares, a tangerineira ‘Sunki’ (*Citrus sunki* Hort. ex Tan.) tem sido recomendada devido a proporcionar tolerância à tristeza, ao declínio dos citros, à morte súbita, à salinidade, à seca, além de conferir boa produtividade às copas enxertadas (SIVIERO et al., 2003). Porém, esta cultivar caracteriza-se pelo reduzido número de sementes viáveis por fruto, uma baixa poliembrionia e frequência de embriões de origem zigótica relativamente alta, frente ao tradicional porta-enxerto limoeiro ‘Cravo’ (*Citrus limonia* Osb.), à tangerineira ‘Cleópatra’ (*Citrus reshni* Hort. ex Tan.) ou ao limoeiro ‘Volkameriano’ (*Citrus volkameriana* Ten. & Pasq.) (SOARES FILHO et al., 2002). Portanto, sua forma de propagação merece cuidados, visando a garantia de sua expansão e implantação em nível nacional. Uma alternativa à propagação sexuada da tangerineira ‘Sunki’ é a propagação por estaquia, que possibilita a produção rápida de mudas, em qualquer época do ano, evitando a seleção de plântulas zigóticas.

Estudos empregando reguladores de crescimento, como o ácido indolbutírico (AIB) comprovam sua eficiência em citros propagados por estaquia, embora os resultados sejam dependentes do genótipo, época de coleta, idade da planta matriz, condições de propagação ou substratos (BUSHAL et al., 2001; PIO et al., 2009). Na cidra (*Citrus medica* L.), por exemplo, sem o emprego do AIB, o enraizamento foi altamente favorável (>70%) (AL-ZEBARI e AL-BRIFKANY, 2015). Nas tangerineiras, no entanto, há relatos de ausência de enraizamento para alguns genótipos, independentemente de concentrações de AIB ou da época de coleta (BUSHAL et al., 2001; SIVIERO et al., 2003; OLIVEIRA et al., 2014).

Por sua vez, os programas de certificação de mudas de citros, que buscam melhoria na qualidade genética e sanitária, estão baseados na manutenção das plantas matrizes em ambiente protegido. São escassas as informações de possíveis efeitos sobre o potencial de enraizamento de estacas coletadas destas matrizes, visto que há grandes variações de ambiente e manejo das plantas, se comparado ao sistema tradicional, no campo.

Objetivou-se verificar a capacidade de enraizamento de estacas semi-lenhosas de tangerineira ‘Sunki’, coletadas no final da primavera de plantas matrizes mantidas a campo e ambiente protegido e submetidas a diferentes concentrações de ácido indolbutírico.

MATERIAL E METODOS

O experimento foi conduzido em casa de nebulização intermitente com bancadas suspensas, localizada nas instalações do Departamento de Horticultura e Silvicultura da Universidade Federal Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre – RS (30°04’S, 51°08’O). A casa de nebulização tem paredes de alvenaria, janelas laterais de vidro e cobertura com telhas plásticas transparentes, apresentando 75% de interceptação luminosa. Os dados climáticos referentes à temperatura e umidade relativa do ar (UR) foram monitorados diariamente, apresentando média de 26,8°C ± 5,3°C e 86,8%, respectivamente (temperatura máxima de 42,4°C e, mínima, de 17°C; UR máxima de 99% e, mínima, de 41%). Os ciclos de microaspersão tiveram duração de 15 segundos a cada 2 minutos, das 7:00 às 19:00 horas, e 15 segundos a cada 14 minutos, das 19:00 às 7:00 horas.

O experimento seguiu o esquema fatorial (4 x 2) no delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições e oito estacas por parcela, totalizando 256 estacas. Os fatores testados foram quatro concentrações de AIB (0, 750, 1.500 e 3.000 mg L⁻¹) e duas condições de cultivo (matrizes mantidas a campo e em ambiente protegido). Os dados das variáveis foram submetidos à análise de variância (teste F) e quando as diferenças foram significativas (a exceção da porcentagem de retenção foliar), comparadas pelo teste Tukey (P<0,05). Realizaram-se análise de regressão para as concentrações de AIB, com o programa estatístico SAS 9.3[®]. Para as interações entre os fatores, usou-se P<0,10.

Os ramos para prepara as estacas foram coletados de duas plantas matrizes de tangerineira ‘Sunki’ cultivadas a campo, com seis anos de idade e de três plantas matrizes, de 10 anos, cultivadas em ambiente protegido. As plantas

cultivadas à campo receberam adubações e práticas culturais segundo as recomendações para a cultura (KOLLER et al., 2009). As plantas em ambiente protegido (estrutura em aço galvanizado com cobertura plástica e paredes laterais com tela antiafídica), são mantidas em vasos (100 L), contendo substrato à base de solo, resíduo de casca de acácia e casca de arroz carbonizada (2:2:1 - v:v:v), sob sistema de irrigação por gotejamento, irrigadas diariamente e fertilizadas a cada 15 dias. O adubo consiste em 5 g de Kristalon® (6% nitrogênio total, sendo 4,5% N- nítrico e 1,5% N-amoniaco; 12% P, 36% K; 8% Mg; 8% S; 0,07% Fe; 0,025% B; 0,01% Cu; 0,04% Mn; 0,004% Mb; e 0,025% de Zn) diluídos em 1,5 L e distribuídos 50 mL por vaso.

Estas plantas matrizes são cultivadas no Setor de Horticultura da Estação Experimental Agronômica (EEA) da UFRGS, município Eldorado do Sul - RS (30° 06' S, 51° 39' O). Durante o período de setembro a novembro de 2013 (anteriores à estaquia) a precipitação acumulada na EEA foi de 557 mm, com temperatura média de 19,8°C.

Os ramos que deram origem às estacas foram coletados no dia 12 de dezembro de 2013. A partir da porção apical dos mesmos foram preparadas as estacas semi-lenhosas, padronizadas com 9 a 11 cm de comprimento e, 0,2 a 0,4 cm de diâmetro com três folhas maduras. Fez-se um corte de dois centímetros em bisel na base das estacas, sendo sua base mergulhada por 10 segundos em soluções hidroalcoólicas de AIB obtidas por meio da dissolução de ácido indol-3-butírico ($C_{12}H_{13}NO_2$) p.a. – em solvente composto de 50% de água destilada e 50% de álcool etílico. Após a aplicação dos tratamentos, as estacas permaneceram por 90 dias em bandejas de poliestireno expandido de 72 células, com formato piramidal invertido (12 cm x 5 cm - profundidade x largura da célula), contendo casca de arroz carbonizada. Após esse período, avaliou-se o percentual de: estacas com raiz (raízes principais de pelo menos 1 mm de comprimento), estacas vivas (com ou sem raízes), brotadas (vivas, com ou sem raízes), retenção foliar (folhas originais retidas por estaca), o número médio de raízes principais e comprimento da maior brotação por estaca (cm).

Antes e após a estaquia, determinou-se o conteúdo de reservas totais nas estacas. Em laboratório, as folhas e hastes foram acondicionadas individualmente em sacos de papel e secadas em estufa, a 65°C até massa constante. Após moídas em moinho acoplado com peneira de 20 malhas por polegada, 1 g de cada amostra foi acondicionado individualmente em saquinhos de tela especial para filtragem de alimentos, e, novamente, levados para estufa a 65°C até peso constante, anotando-se a massa de cada saquinho. Cada amostra foi submetida à digestão, segundo adaptações ao método de Priestley (1965). Foram avaliadas seis amostras por tratamento e cinco das plantas matrizes, para folha como haste.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação entre as concentrações de AIB e as condições de cultivo das plantas matrizes não foi significativa para todas as variáveis avaliadas (Tabela 1). As estacas oriundas do campo apresentaram maior percentual de sobrevivência, de enraizamento, de brotação, número de raízes e maior comprimento do broto (Tabela 1 e Figura 1). Não ocorreram diferenças entre origem das estacas somente para retenção foliar.

O uso de AIB não afetou a sobrevivência das estacas, independentemente da origem das mesmas (Figura 1a). As estacas provenientes do campo mantiveram uma alta sobrevivência, superior a 95%. Aquelas oriundas de ambiente protegido apresentaram valores similares elevados, superior a 90% (Tabela 1). Este comportamento positivo também foi relatado em outros estudos com quatro porta-enxertos de citros (*P. trifoliata*, *C. limonia*, *C. volkameriana* e citrumeleiro ‘Swingle’), tendo sido influenciado pelo genótipo e pelas concentrações de AIB (ANDRADE e MARTINS, 2003). Mourão Filho et al. (2009), por sua vez, não encontraram diferenças significativas entre concentrações de AIB (0 e 500 mg L⁻¹) ao testarem a estaquia em citrumeleiro ‘Swingle’.

As estacas provenientes do campo apresentaram percentual de enraizamento de 95% em ausência de AIB, mantendo-se esse percentual em todas as concentrações aplicadas (Figura 1b). Nas estacas provenientes de

ambiente protegido, a aplicação de AIB foi eficiente, pois estacas não tratadas apresentaram 73% de enraizamento, percentual que aumentou linear e proporcionalmente às concentrações da auxina, culminando com 96% de enraizamento a 3.000 mg L⁻¹. No limoeiro (*C. limon* L.), estacas testadas na concentração máxima de 2.500 mg L⁻¹ com ácido indolacético (AIA), obtiveram 73% de enraizamento. Esse resultado foi significativamente superior quando comparado com as estacas que não receberam o tratamento, 20% (SERAN e UMADEVI, 2011). Na cidra (*C. medica* L.), estacas sem aplicação de AIB tiveram 71% de enraizamento, inferior naquelas tratadas com 2.000 mg L⁻¹, 90% (AL-ZEBARI e AL-BRIFKANY, 2015).

Estudos realizados no Estado da Bahia com 15 genótipos de citros propagados por estaquia mostraram maior dificuldade no enraizamento para a tangerineira ‘Sunki Tropical’ (9,5%), além de uma baixa brotação (15,5%) e sem efeito do AIB mesmo quando foram tratadas com 6.000 mg L⁻¹ (OLIVEIRA et al., 2014). Esse baixo enraizamento da ‘Sunki Tropical’ contrasta com o bom desempenho encontrado no presente estudo, que pode ser explicado por diferenças genéticas, época de coleta, de manejo das plantas e/ou de condições do ambiente de enraizamento.

As concentrações de AIB não influenciaram o percentual de brotação e a retenção foliar (Figuras 1c e 1d). Houve diferença no percentual de brotação entre origem das estacas, que foi maior naquelas oriundas do campo (67,0%) frente às provenientes de ambiente protegido (39,7%) (Tabela 1). Contrariamente, Pio et al. (2002) relataram que concentrações crescentes de AIB afetaram de maneira quadrática a brotação de estacas dos porta-enxertos ‘Flying Dragon’ e Trifoliata em que a concentração ótima foi de 250 mg L⁻¹. Porém, atingiram o máximo de 28% de brotação, valor bem inferior ao do presente estudo, e que pode ser explicado pelo fator genético, ou seja, são espécies diferentes, que podem ter menos propensão ao enraizamento, bem como a fatores ambientais, que influenciam o enraizamento (cultivo da planta matriz; condições da casa de nebulização ou substrato).

As estacas retiveram uma alta porcentagem de folhas (Figura 1d). Após 90 dias de cultivo, a média foi de 86,1%. As auxinas, como o AIB, promovem a formação de raízes adventícias, mas também altas concentrações induzem a abscisão foliar pela produção de etileno (TRUEMAN e ADKINS, 2013), o que não foi observado neste estudo. A influência da área foliar em enraizamento das estacas tem sido reportada em várias espécies (TCHOUNDJEU et al., 2008; TRUEMAN e ADKINS, 2013), o que se confirma neste estudo, pois as estacas provenientes do campo mantiveram mais folhas, aliados a maior sobrevivência e enraizamento, frente àquelas provenientes de ambiente protegido.

A condição de cultivo das plantas matrizes influenciou no número de raízes formadas, que foi maior nas oriundas do campo, 3,7 na testemunha; e 4,2 raízes por estaca nas tratadas com 3.000 mg L^{-1} (Figura 1e). Além disso, as estacas coletadas a partir de plantas cultivadas em ambiente protegido incrementaram linear e significativamente o número de raízes com o aumento nas concentrações de AIB, passando de 2,8 raízes em ausência de AIB e culminando com 3,9 raízes na maior concentração (Figura 1e).

O número médio de raízes surgido nas estacas é muito variável para citros. Em alguns casos é explicado pelo fator genético. Por exemplo, *P. trifoliata* emitiu média de 0,6 raízes por estaca (enraizamento 3,1%), enquanto que *C. limonia*, apresentou 4,7 raízes (enraizamento 60,3%) (ANDRADE e MARTINS, 2003). Também a auxina tem ação sobre este parâmetro, onde estacas de limoeiro tratadas com AIA, variaram de 2 a 7,7 raízes por estacas, sem aplicação e com 2.500 mg L^{-1} , respectivamente (SERAN e UMADEVI, 2011).

No comprimento da maior brotação, somente se constatou efeito do fator condição de cultivo na resposta, sendo novamente superiores nas estacas coletadas de plantas a campo (3,5 cm) contra 2,5 cm nas provenientes de ambiente protegido (Figura 1f e Tabela 1).

Originalmente, o conteúdo em substâncias de reserva foi maior nas folhas de plantas matrizes cultivadas no campo, comparativamente às cultivadas em ambiente protegido (Tabela 2). Este maior conteúdo em reservas explica o melhor enraizamento das estacas oriundas do campo, indicando a importância da

condição de cultivo, como restrição ao desenvolvimento radicular das plantas cultivadas nos vasos, acarretando diferenças na fisiologia, nutrição e carboidratos das plantas matrizes.

Ao final do experimento, as hastes provenientes de matrizes cultivadas em ambiente protegido mantiveram teores próximos aos originais (28,0% a 26,9%), independentemente das concentrações de AIB. Já, as reservas nas folhas destas estacas percebeu-se aumento com o processo de estaquia, mesmo que sem efeito do AIB (47,3% a 56,0%). Nas estacas provenientes de matrizes cultivadas no campo observou-se incremento nas reservas, tanto nas hastes (27,3% para 33,8%) quanto nas folhas (50,2% para 56,2%).

Em árvores adultas dos porta-enxertos citrangeiros ‘Troyer’ e ‘Carrizo’ (*P. trifoliata* Raf. x *C. sinensis* Obs.) e laranjeira ‘Azeda’ (*C. aurantium* L.) enxertados com tangerineira ‘Fremont’, ‘Nova’, e ‘Robinson’, o conteúdo total de carboidratos em folhas incrementou desde a metade do verão até o inverno (YILDIZ et al., 2013). Interessante mostrar que a variação sazonal das reservas nas plantas deve ser considerada durante a coleta de estacas e que o efeito da temperatura, aliado ao manejo diferenciado das matrizes, pode ter influenciado nas reservas e, conseqüentemente, na eficiência do enraizamento.

A manutenção de folhas nas estacas em espécies de difícil enraizamento é recomendada como forma de aumentar a quantidade de tecidos fornecedores de reservas para iniciar o enraizamento nas mesmas. No presente estudo, observou incremento nas reservas ao longo do período experimental, sugerindo que as folhas mantidas nas estacas, além de servirem como fonte inicial de carboidratos, realizaram fotossíntese, supostamente após o enraizamento, auxiliando no processo.

CONCLUSÕES

O sistema de cultivo das matrizes fornecedoras de estacas influencia o sucesso da estaquia em tangerineira ‘Sunki’. Há necessidade de aplicação de AIB para melhorar o enraizamento de estacas semi-lenhosas de tangerineira ‘Sunki’ coletadas no final da primavera de matrizes cultivadas em ambiente protegido.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e à FAPERGS, pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- AL-ZEBARI, S.M; AL-BRIFKANY A. A. Effect of Cutting Type and IBA on Rooting and growth of Citron (*Citrus medica* L). **American Journal of Experimental Agriculture**, Tarakeswar, v.5, n.2, p. 134-138, 2015. Disponível em: <http://sciencedomain.org/issue/665>. Acesso em: 13 may.2015.
- ANDRADE, R.A.; MARTINS, A.B. Propagação vegetativa de porta-enxertos para citros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.1, p.134-136, 2003. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-29452003000100038&script=sci_arttext. Acesso em: 14 sept. 2014.
- BUSHAL, R.C.; MIZUTANI, F.; MOON, D.G.; RUTTO, K.L. Propagation of citrus by stem cutting and seasonal variation in rooting capacity. **Pakistan Journal of Biological Sciencies**, Faisalabad, v.4, n.11, p. 1294-1298, 2001. Disponível em: <http://scialert.net/abstract/?doi=pjbs.2001.1294.1298>. Acesso em: 21 agos. 2014.
- HUSSAIN, A.; CURK, F.; OLLITRAULT, P.; MORILLON, R.; LURO, F. Facultative apomixis and chromosome doubling are sources of heterogeneity in citrus rootstock trials: Impact on clementine production and breeding selection. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam v.130, p.85-819, 2011. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030442381100481X>. Acesso em: 21 agos. 2014.
- KOLLER, O.C. (coord.) **Citricultura, cultura de tangerineiras: tecnologia de produção, pós-colheita e industrialização**. Porto Alegre: Riegel, 2009. 400 p.
- MOURÃO FILHO, F.A.; GIRARDI, E.A.; ZARATE, H.T. ‘Swingle’ citrumelo propagation by cuttings for citrus nursery tree production or inarching. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.120, p.207-212, 2009. Disponível em: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201301601920>. Acesso 30 sept. 2014.

OLIVEIRA, E.M.; RODRIGUES, M.J.; DANTAS, A.C.; SOARES FILHO, W.S.; GIRARDI, E.A. Efeito do ácido indolbutírico no enraizamento e o crescimento de quinze porta-enxertos de citros propagados por estaquia. **Citrus Research & Technology**, Corderopolis, v.35, n.1, p.35-43, 2014. Disponível em: http://revistalaranja.centrodecitricultura.br/index.php?pag=edicoes_revista&edicao=41. Acesso em: 14 abr. 2015.

PIO, R.; RAMOS, J.D; GONTIJO, T.C; CARRIJO, E.P; COELHO, J.H; ALVARES, B.; MENDONÇA, V. Enraizamento de estacas dos porta-enxertos de citros 'Flying Dragon' e 'Trifoliata'. **Revista brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.8, n.3, p.195-198, 2002. Disponível em: <http://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/CAST/article/viewFile/655/654>. Acesso em: 5 out.2014.

PIO, R.; MOURÃO FILHO, F.A.; MENDES, B.M.; ENTELMANN, F.; ALVES, A.S. Propagation of citrus somatic hybrids with potential for utilization as rootstocks. **Fruits**, Paris, v.61, n.1, 2009. Disponível em: <http://www.fruitsjournal.org/articles/fruits/abs/2006/01/i6001/i6001.html>. Acesso em: 14 abr. 2015.

PRIESTLEY, G. A new method for the estimation of the resources of apple tress. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 16, n.12, p. 717-721, 1965. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jsfa.v16:12/issuetoc>. Acesso em: 11 nov.2014.

RAO, M. N.; SONEJI, J.R; CHEN; C; HUANG, S; GMITTER, F.G. Characterization of zygotic and nucellar seedlings from sour orange-like citrus rootstock candidates using RAPD and EST-SSR markers. **Tree Genetics & Genomes**, Heidelberg, v.4, n.1, p.113-124, 2008. Disponível em: <http://link.springer.com/article/10.1007/s11295-007-0092-2>. Acesso em: 3 jun. 2014.

SERAN, T.; UMADEVI, T. Influence of indole acetic acid (IAA) on the establishment of stem cuttings in lemon (*Citrus limon* L.). **Journal Agricultural Research**, Faisalabad v.49, n.4, 2011. Disponível em: <http://www.jar.com.pk/upload/137474263193544437paper11%2810%29.pdf>. Acesso em: 25 sept. 2014.

SIVIERO, A.; CRISTOFANI, M.; MACHADO, M.A. QTL mapping associated with rooting stem cuttings from *Citrus sunki* vs. *Poncirus trifoliata* hybrids.

Crop Breeding and Applied Biotechnology, Viçosa, v.3, n.1. p.83-88, 2003.

Disponível em: <http://www.pdfio.net/k-1282925.html>. Acesso em: 3 jun. 2014.

SOARES FILHO, W.; ALVES, M.; DOURADO, E.; PINTO DA CUNHA, A.; SAMPAIO, O. ‘Tropical’: uma nova seleção de tangerina ‘Sunki’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.1, p.127-132, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-29452002000100028&script=sciarttext>. Acesso em: 23 jul. 2014.

TALLÓN, C.; PORRAS, I.; PÉREZ-TORNERO, O. Efficient propagation and rooting of three citrus rootstocks using different plant growth regulators. **In Vitro Cellular & Developmental Biology Plant**, Raleigh, v.48, n.5, p.488-499, 2012. Disponível em: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11627-012-9457-9>. Acesso em: 16 out. 2014.

TCHOUNDJEU, Z.; AVANA, M.L.; LEAKEY, R.B.; SIMONS, A.; ASAAH, E.; DUGUMA, B.; BELL, J.M. Vegetative propagation of *Prunus africana*: effects of rooting medium, auxin concentrations and leaf area. **Agroforest Systems**, Houtenv. v.54, p.183–192, 2002. Disponível em: http://link.springer.com/article/10.1023%2FA%3A10160490041_39. Acesso em: 23 out. 2014.

TRUEMAN, S.J.; ADKINS, M.F. Effect of aminoethoxyvinylglycine and 1-methylcyclopropene on leaf abscission and root formation in *Corymbia* and *Eucalyptus* cuttings. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.161, p.1-7, 2013. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423813003476>. Acesso em: 23 abr. 2014

YILDIZ, E.; KAPLAINKIRAN, M.; DEMIRKESER, T.H.; TOPLU, C. Seasonal patterns of carbohydrates in mandarin cvs. ‘Fremont’, ‘Nova’ and ‘Robinson’ on different rootstocks. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca**, Cluj-Napoca, v.41, n.1, p.255-263, 2013. Disponível em: <http://www.notulaebotanicae.ro/index.php/nbha/article/view/8937>. Acesso em: 23 abr. 2014.

Tabela 1. Porcentagem de estacas vivas, com raiz, brotadas, retenção foliar, número médio de raízes e comprimento da brotação maior (cm) de estacas de tangerineira ‘Sunki’, após 90 dias de cultivo sob nebulização intermitente. UFRGS, Porto Alegre - RS, 2014

Condição de cultivo	Variável analisada					
	Estacas vivas (%)	Estacas com raiz (%)	Estacas brotadas (%)	Retenção foliar (%)	Número médio raízes	Brotação maior (cm)
Campo	98,1 A	95,7 A	67,0 A	89,8 ^{ns}	3,9 A	3,5 A
Ambiente protegido	91,9 B	85,4 B	39,7 B	82,6	3,2 B	2,5 B
cv (%)	4,7	8,1	36,5	5,9	13,4	22,4

Médias seguidas de mesma letra, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05). ns – não significativo pelo teste F (P<0,05).

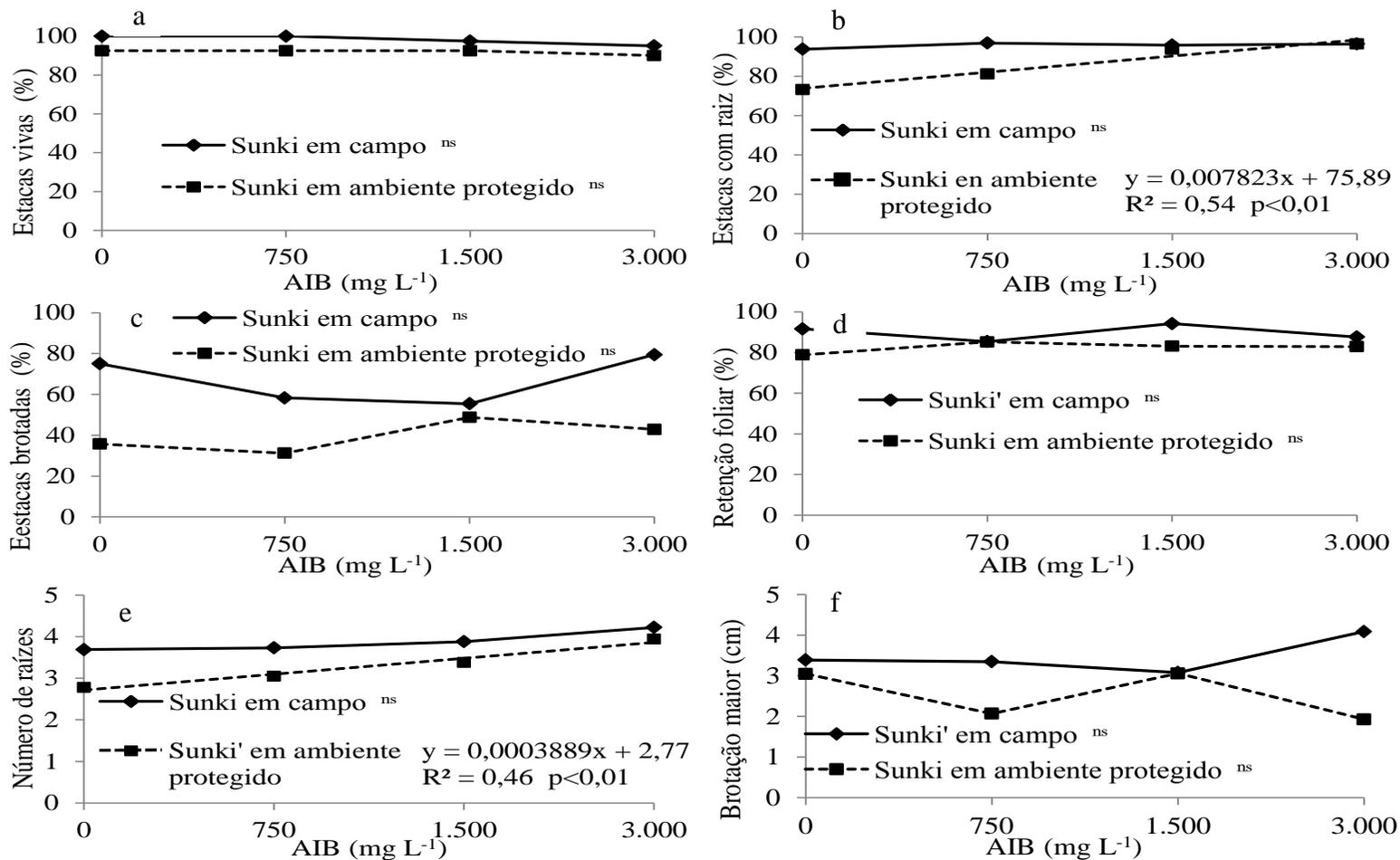


Figura 1. Porcentagem de (a) estacas vivas, (b) estacas com raiz, (c) estacas brotadas, (d) retenção foliar, (e) número de raízes e (f) comprimento da brotação maior do porta-enxerto tangerineira ‘Sunki’ em função das concentrações de AIB e coletadas a partir de plantas cultivadas em duas condições de cultivo, após 90 dias de cultivo sob nebulização intermitente. UFRGS, Porto Alegre - RS, 2014. ns – não significativo pelo teste F ($P < 0,05$).

Tabela 2. Conteúdo de reservas totais de estacas (haste e folhas) no momento da coleta e tratadas com diferentes concentrações de AIB, de plantas matrizes de tangerineira ‘Sunki’ cultivadas a campo e em ambiente protegido, após 90 dias sob nebulização intermitente. UFRGS, Porto Alegre - RS, 2014

Condição de cultivo		Estacas no momento da coleta	Estacas tratadas com AIB (mg L ⁻¹)				Média
			0	750	1.500	3.000	
Folhas	Campo	50,2 A	53,0	55,6	58,5	57,6	56,2 ^{ns}
	Ambiente protegido	47,3 B	56,2	55,0	55,2	57,4	56,0 ^{ns}
	Média		54,6 ^{ns}	55,3 ^{ns}	56,9 ^{ns}	57,5 ^{ns}	
Haste	Campo	27,3 ^{ns}	37,2	30,2	33,4	34,5	33,8 A
	Ambiente protegido	28,0 ^{ns}	26,4	27,0	28,2	26,0	26,9 B
	Média		31,8 ^{ns}	28,6 ^{ns}	30,8 ^{ns}	30,3 ^{ns}	

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05). ns – não significativo pelo teste F (P<0,05).

3.3 Importância da época de coleta e do uso de auxinas na propagação de dois híbridos de tangerineira ‘Sunki’ por estaquia

The importance of the collection season and the use of auxin in the propagation of two hybrid types of ‘Sunki’ mandarin citrus by cuttings

(Manuscrito encaminhado de acordo às normas da Revista Bragantia)

RESUMO

A propagação por estaquia é uma alternativa para a obtenção de mudas de porta-enxertos de citros. O efeito do ácido indolbutírico (AIB), da época de coleta e do genótipo sobre o enraizamento de estacas de porta-enxertos de citros foram estudados, assim como o seu desenvolvimento vegetativo posterior. Na primeira fase, estacas semi-lenhosas com dos híbridos H49 e H77 tangerineira ‘Sunki’ foram coletadas no outono e no final da primavera, sendo tratadas com AIB (0, 1.500 e 3.000 mg L⁻¹). Utilizou-se o esquema fatorial 2x2x3 (dois genótipos x duas épocas de coleta x três concentrações de AIB) sob delineamento em blocos casualizados e três repetições. Na segunda fase, avaliaram-se as estacas enraizadas dos híbridos em quanto a seu desenvolvimento vegetativo até a enxertia. Neste caso, adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado e 18 repetições dos genótipos H49 e H77. Os tratamentos com AIB influenciaram positivamente o enraizamento e número de raízes dos híbridos somente no outono, atingindo um máximo de 23,3% de estacas enraizadas. Na coleta de final da primavera foi próximo a 100%, sendo desnecessária sua aplicação. Mudanças de híbridos de tangerineira ‘Sunki’ obtidos por estaquia, após 11 meses do transplante apresentam alta sobrevivência (80%) e bom crescimento vegetativo. Em torno de 50% dessas mudas atingiram o ponto para a enxertia.

Palavras chave: *Citrus* spp., enraizamento, propagação vegetativa, fitorregulador.

ABSTRACT

Propagation by cuttings is an alternative for obtaining seedlings of citrus rootstocks. The effect of indolebutyric acid (IBA), collection season, and genotype on rooting of citrus rootstock cuttings were studied, as well as its subsequent vegetative growth. In the first phase, semi-hardwood cuttings with three mature leaves of hybrids H49 and H77 'Sunki' mandarin were collected in autumn and late spring, being treated with IBA (0, 1,500 and 3,000 mg L⁻¹). The factorial scheme 2x2x3 (two genotypes x two seasons collecting x three concentrations of AIB) in a randomized block design with three replications was used. In the second phase, the rooted cuttings of hybrids of late spring collection were evaluated until the grafting. In this case, a completely randomized design with 18 repetitions of hybrids H49 and H77 was adopted. The treatments with IBA positively influenced rooting and the number of roots of hybrids only in the fall, peaking at 23.3% of rooted cuttings. In late spring collection was close to 100%, and its application being unnecessary. *Seedlings* of mandarin hybrid 'Sunki' obtained by cutting, after 11 month of transplant, have a high survival (80%) and a good vegetative growth. Around the 50% this *seedlings* reached the point for grafting.

Key words: *Citrus* spp., rooting, propagation vegetative, plant growth regulator.

1. INTRODUÇÃO

A diversificação dos porta-enxertos nos pomares constitui-se num importante desafio da citricultura brasileira, visando reduzir a susceptibilidade ao ataque de pragas e a ocorrência de estresses abióticos. Uma ampliação da base genética das variedades usadas para porta-enxertos contribuirá para alcançar rendimentos superiores e para a sustentabilidade do setor. Porém, ainda há uma grande concentração no uso de porta-

enxertos nos pomares, predominando o limoeiro ‘Cravo’ (*Citrus limonia* Obs.), sendo altamente susceptível à morte súbita dos citros (Bassanezi et al., 2007; Pompeu Junior & Blumer, 2011).

Na obtenção de mudas cítricas, o sucesso da fase de produção de porta-enxertos depende, preponderantemente, da sua propensão à poliembrionia, facilitando a seleção de embriões nucelares, e assim, mantendo a uniformidade genética e os tratos culturais no pomar (Passos et al., 2006).

A tangerineira ‘Sunki’ (*C. sunki* Hort. ex. Tan.) está sendo indicada e utilizada como porta-enxerto em substituição ao limoeiro ‘Cravo’, por proporcionar tolerância à tristeza, ao declínio dos citros, à morte súbita, à salinidade, à seca, além de conferir boa produtividade às copas enxertadas (Siviero et al., 2003; Bassanezi et al., 2007). No entanto, caracteriza-se pelo reduzido número de sementes viáveis por fruto (três a quatro), baixa poliembrionia (<20%) e elevada frequência de embriões de origem zigótica (Soares Filho et al., 2000; Soares Filho et al., 2002; Weiler et al., 2009).

Dentre os genótipos mantidos na coleção de porta-enxertos de citros da Estação Experimental Agrônômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul estão os híbridos H49 e H77, que apresentam como parental masculino a tangerineira ‘Sunki’. Estes híbridos de tangerineiras são potenciais porta-enxertos a serem testados futuramente.

A propagação de porta-enxertos de citros por estaquia é um método alternativo frente aos fatores ligados à segregação quando na propagação por sementes, além de permitir o aumento rápido do número de mudas. Contudo, as diferentes espécies cítricas apresentam respostas diferentes ao enraizamento. Além disso, a época de coleta das estacas, o seu teor de amido e o emprego de reguladores de crescimento também

influem (Bushal et al., 2001; Andrade & Martins, 2003; Felzener et al., 2007; Uzun & Seday, 2011; Oliveira et al., 2014).

O presente trabalho objetivou avaliar a influência de concentrações de ácido indolbutírico sobre o enraizamento de estacas de dois híbridos de citros derivados de tangerineira ‘Sunki’, coletados em duas épocas do ano, além do posterior desenvolvimento das plantas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi dividido em duas etapas, executadas de abril de 2013 a março de 2015, em Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil (30°04’S, 51°08’O). O clima da região, baseado na classificação de Köppen, é do tipo Cfa, ou seja, subtropical úmido. A primeira etapa consistiu do enraizamento de estacas e foi conduzida em casa de vegetação com nebulização intermitente. A segunda etapa consistiu do acompanhamento do desenvolvimento vegetativo das plantas obtidas na etapa anterior, a partir do transplante das mesmas para sacolas plásticas. Esta foi executada em ambiente protegido, em condição de irrigação por gotejamento.

O experimento foi realizado a partir de ramos de dois híbridos (H49 e H77), provenientes de população segregante obtida a partir da polinização aberta, sendo o genitor feminino, o tangeleiro ‘Lee’ [*C. clementina* Hort. ex Tan. x (*C. tangerina* Hort. ex Tan. x *C. paradisi* Macf.)] e o masculino a tangerineira ‘Sunki’, identificado por marcadores moleculares do tipo microssatélites (Weiler et al., 2009). Estas plantas estão localizadas no pomar coleção da Estação Experimental Agronômica da UFRGS, em Eldorado do Sul-RS, Brasil (30°06’S e 51°39’W), atualmente com 21 anos de idade. Os

tratos culturais no pomar seguem as recomendações para a cultura dos citros (Koller et al., 2009).

Inicialmente, foram coletados os híbridos H49 e H77 no outono (14/04/2013) e no final da primavera (14/12/2013). Estes ramos foram selecionados da porção apical das árvores e tinham aproximadamente um metro de comprimento. As estacas foram preparadas no mesmo dia da coleta dos ramos, a partir das regiões apicais e tinham as seguintes características: eram semi-lenhosas, com 9 a 11 cm de comprimento e 0,2 cm a 0,4 cm de diâmetro, com três folhas maduras.

A partir do preparo das estacas, instalou-se o experimento. Os tratamentos constaram dos dois genótipos (híbridos H49 e H77) e três concentrações de ácido indol-3-butírico (AIB) (0, 1.500 e 3.000 mg L⁻¹). Utilizou-se o esquema fatorial 2x3 (dois genótipos x três concentrações de AIB) no delineamento de blocos ao acaso, com três repetições de 10 estacas por parcela.

A aplicação do AIB foi realizada pela imersão da parte basal das estacas (aproximadamente 2 cm) em solução hidroalcoólica (solvente composto de 50% de água destilada e 50% de álcool etílico) por 10 segundos.

Este experimento foi executado em casa de vegetação com sistema de nebulização intermitente. A mesma apresentava bancada de alvenaria e cobertura com telhas plásticas transparentes (75% interceptação luminosa). O sistema de irrigação foi automatizado e consistiu de ciclos diferenciados de microaspersão: das 7 às 19 horas era de 15 segundos de duração, em intervalos de 2 minutos; das 19 às 7 horas, era de 15 segundos de duração a cada 14 minutos e 45 segundos.

As estacas permaneceram em bandejas de poliestireno expandido de 72 células preenchidas com substrato casca de arroz carbonizada, por 130 dias na coleta do outono (média de 15,3°C ± 4,2°C e 92,6% ± 5,4% de umidade relativa na casa de nebulização)

e, por 90 dias, na coleta do final de primavera (média de $26,8^{\circ}\text{C} \pm 5,3^{\circ}\text{C}$ e 86,8% de umidade relativa na casa de nebulização).

Finalizados os períodos, avaliou-se o percentual de estacas com raiz (raízes adventícias de ao menos 1 mm), o número de raízes adventícias, estacas brotadas (vivas, com ou sem raízes), retenção foliar e comprimento do maior broto (cm) por estaca (com raízes).

No início e ao final desta etapa do experimento, determinou-se o conteúdo de reservas totais nas hastes e nas folhas, separadamente. Para tanto, em laboratório, o material vegetal foi seco em estufa (65°C , até peso constante) e, em seguida, moído em moinho acoplado com peneira de 20 malhas por polegada. Uma grama de cada amostra foi hermeticamente fechada em TNT (tecido não tecido) para filtragem de alimentos. Cada amostra foi submetida à digestão, segundo o método descrito por Priestley (1965). No início do experimento, ou seja, das plantas matrizes fornecedoras das estacas foram avaliadas quatro repetições por genótipo, e, ao final, após do período em casa de vegetação, quatro repetições por tratamento de AIB.

Os dados foram submetidos à análise de variância e depois as médias agrupadas pelo test Bonferroni, quando foram significativas ($p < 0,05$), com o programa estatístico SPSS 18.0[®]. A princípio, foi realizada análises estatística individual para cada época de coleta (outono e final da primavera) onde foi verificada a homocedasticidade dos dois experimentos (test Levene). Posteriormente, realizou-se a análise de variância conjunta envolvendo as duas épocas de coleta, a fim de observar o efeito das interações entre os fatores investigados sobre as variáveis respostas avaliadas.

Como o enraizamento foi baixo nas estacas coletadas no outono e não houve efeito significativo do AIB na coleta de primavera, optou-se por avaliar somente o desenvolvimento vegetativo dos híbridos coletados nesta época. Para isso, foi mesclada

aleatoriamente a mesma quantidade de estacas dos tratamentos de AIB, gerando um delineamento experimental inteiramente ao acaso e 18 repetições de dois tratamentos (os híbridos H49 e H77).

Para esta segunda etapa, as estacas que enraizaram foram transplantadas individualmente para sacolas plásticas de 4,5 L, contendo substrato Vida[®] (à base de casca de eucalipto) e cultivadas em bancadas de aço galvanizado, com sistema de irrigação por gotejamento, em casa de vegetação, visando avaliar seu desenvolvimento até o ponto de enxertia. A irrigação foi aplicada usando uma linha de gotejamento com uma saída para cada planta, sendo a vazão de 0,6 L h⁻¹. A frequência de irrigação consistiu de três aplicações diárias de quatro minutos cada uma (9h, 16h e 2h).

As plantas foram conduzidas, realizando-se desbrotas laterais semanais (conduzindo-se em haste única). A adubação consistiu de incorporação ao substrato de fertilizante de liberação lenta (Osmocote[®] 22-04-08) na quantidade de 3 g planta⁻¹, um mês após o transplante para sacolas. Três semanas após a incorporação do adubo de liberação lenta, foram realizados duas adubações via fertirrigação manual (60 mL planta⁻¹). Foi comum a todas as plantas a adubação de 0,9 kg m⁻³ de ureia, 0,4 kg m⁻³ de sulfato de amônio e 0,3 kg m⁻³ superfosfato triplo + superfosfato simples. As plantas receberam adubação foliar com o fertilizante líquido Complex Top[®] (7-2-1,5-5-0,5 e 6 % p/p; S-Ca-Mn-Mo e Zn), a uma dose de 6 mL L⁻¹.

Ao longo de 330 dias a partir do transplante para sacolas, mediu-se aproximadamente, a cada duas semanas, o diâmetro (mm) do caule (a 10 cm do nível do substrato) com auxílio de paquímetro digital. Durante esse período experimental, as ervas daninhas, doenças e pragas foram controladas com aplicação por pulverizador manual, segundo recomendações para a cultura (Koller et al., 2009).

Foram realizadas análises de variância para medidas repetidas no tempo, e análises de regressão com o programa estatístico SPSS 18.0[®] nos dados de diâmetro de caule.

Aos 330 dias após o transplante, avaliou-se a porcentagem de estacas vivas, aptas à enxertia (diâmetro de caule superior a 6 mm, 10 cm acima do colo), a altura da parte aérea (desde o colo até o ápice) e o número de folhas por planta. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste T-Student ($p < 0,05$) com o programa estatístico SPSS 18.0[®].

3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

As interações época x concentração AIB ($p < 0,001$) e época x genótipo ($p < 0,05$) foram significativas para a variável enraizamento (Tabela 1). Os demais parâmetros avaliados não sofreram interações significativas.

O enraizamento foi menor quando as estacas foram coletadas no outono, comparativamente às coletadas no final da primavera (Tabela 1). Enquanto que as coletadas no final da primavera apresentaram praticamente 100% de enraizamento, independentemente das concentrações de AIB, as coletadas no outono mostraram enraizamento muito baixo em ausência da auxina (3,5%), aumentando proporcionalmente às concentrações de AIB, alcançando 23,3% na maior concentração. Ainda assim, muito inferior ao enraizamento de primavera.

O percentual de enraizamento foi semelhante entre os dois híbridos (superior a 99%), quando as coletas foram realizadas no final da primavera (Tabela 1). Porém, quando a estaquia foi realizada no outono, o enraizamento caiu vertiginosamente,

principalmente no híbrido H49, que somente alcançou 10,2% de enraizamento. O H77 superou os 18% nesta mesma época.

Os presentes resultados assemelham-se aos encontrados por Andrade & Martins (2003), onde o enraizamento foi influenciado pela espécie e pela época de coleta, sendo maior na primavera (56,1%), que no outono (32,6%) para quatro porta-enxertos de citros. Os limeiros ‘Cravo’ (*C. limonia* Osb.) e ‘Volkameriano’ (*C. volkameriana* Ten. & Pasq.) responderam com o maior enraizamento, 60,3% e 65,9%, respectivamente, enquanto o citrumeleiro ‘Swingle’ (*P. trifoliata* L. Raf. x *C. paradisi* Macf.) (48,3%), e, principalmente, o Trifoliata [*P. trifoliata* (L.) Raf.] (3,1%) foram menores. Porém, Bushal et al. (2001), estudando a estaquia primaveril de 29 genótipos de citros e Oliveira et al. (2014), em 15 genótipos de porta-enxertos, tratados com 4.000 e 6.000 mg L⁻¹ de AIB, respectivamente, encontraram enraizamento nulo ou muito baixo (<10%), para as tangerineiras e seus híbridos. No caso do porta-enxerto ‘Flying Dragon’ [*P. trifoliata* var. *monstrosa* (T. Ito) Swing.], o outono foi a melhor época de coleta, quando ocorreu maior número de raízes e enraizamento das estacas frente às outras estações (Bushal et al., 2001).

Para esse porta-enxerto, Felzener et al. (2007) também indicaram que a coleta dos ramos deve ser no outono e que as mesmas sejam tratadas com a mistura de ANA + ácido cafeico, ambos a 0,5%, para um melhor enraizamento (>80%). Os autores sugerem que a maior concentração de açúcares redutores e totais nas estacas, quando foram retiradas no outono, propiciou a maior formação das raízes nessa época do ano.

Enraizamento de estacas dos porta-enxertos Trifoliata, citrangeiro ‘Carrizo’ (*C. sinensis* (L.) Osb. x *P. trifoliata* Raf.), tangerineira ‘Cleópatra’ (*C. reshni* Tan.) e citrumeleiro ‘1452’ (*C. paradisi* x *P. trifoliata*) coletadas durante a primavera não foram eficientes, mesmo submetidas a 4.000 mg L⁻¹ de AIB (Uzun & Seday, 2011). O

bom desempenho dos híbridos no presente estudo, em estaquia na primavera, indica a influencia do genótipo, do manejo da planta matriz ou do ambiente de enraizamento sobre esse processo de propagação vegetativa.

A retenção foliar e o comprimento do maior broto foram semelhantes entre os dois híbridos (Tabela 2). Entretanto, estacas do híbrido H77 apresentaram maior número médio de raízes adventícias por estaca (3,5) comparativamente às estacas do H49 (2,7 raízes por estaca) (Tabela 2). E, ao contrário, o percentual de brotação foi menor no H77 (Tabela 2). Este comportamento sugere que até a fase avaliada, o H77 deslocou suas energias, principalmente para o desenvolvimento radicular, enquanto que o H49 deslocou principalmente para o desenvolvimento aéreo.

Nesta fase de enraizamento, a qualidade do sistema radicular é mais importante do que o desenvolvimento dos brotos e o número de raízes em citros depende em grande medida do genótipo (Andrade & Martins, 2003; Uzun & Seday, 2011). A qualidade do sistema radicular, indiretamente medida pelo número de raízes por estaca, é importante por indicar um maior potencial de desenvolvimento inicial quando a muda é transplantada no pomar.

No tocante à brotação, as estacas coletadas no final da primavera apresentaram percentagem de brotação e comprimento do maior broto muito superiores (72,4% e 7,2 cm, respectivamente) frente àquelas coletadas no outono (37,4% e 2,1 cm, respectivamente) (Tabela 2). A retenção de folhas não diferiu entre as épocas de coleta e foi superior a 93% (Tabela 2).

Assim como os parâmetros de brotação, o número de raízes por estaca foi superior, quando as coletas foram feitas no final da primavera (4,7 raízes por estaca), frente às coletadas no outono (1,5 raízes por estaca) (Tabela 2).

A melhor resposta encontrada tanto em brotação quanto em enraizamento das estacas coletadas no final da primavera são consequência da maior quantidade de carboidratos na haste das estacas, ao início do experimento (Tabela 3), aliadas às melhores condições de temperatura ambiente da casa de vegetação com nebulização na fase de final de primavera e verão, que oscilou em torno de 26,8 °C. No outono/inverno, a temperatura média na casa de vegetação com nebulização foi de 15,3 °C.

A aplicação de AIB na base das estacas não influenciou o percentual de brotação, nem a retenção foliar ou comprimento do maior broto (Tabela 2). No entanto, permitiu aumentar significativamente o número de raízes por estaca, passando de 2,2 raízes por estaca em ausência da auxina, para 3,4 raízes na concentração de 1.500 mg L⁻¹, saturando a resposta nesta concentração.

Contrariamente, Oliveira et al. (2014) encontraram em estacas da tangerineira ‘Sunki Tropical’ uma baixa brotação (15%) e número de raízes (1,8). Os mesmos autores comprovaram que as estacas tratadas com 6.000 mg L⁻¹ de AIB tiveram um comprimento do maior broto reduzido (1,3 cm). Essa resposta nas estacas coletadas no outono deste estudo indica a necessidade de um maior tempo na fase de crescimento da muda para atingir os parâmetros mínimos da haste (altura e diâmetro) aptos a enxertia.

Os conteúdos das reservas não diferiram entre os híbridos para as folhas (H49: 49,9%; H77: 50,9%), mas foi maior no H49 na coleta da primavera (H49: 26,7%; H77: 21,4%), para o início do experimento. Por sua vez, a época de coleta influenciou as reservas nos tecidos, que foi maior na haste (24,1%) e menor nas folhas (45,9%) durante a coleta no final da primavera frente ao outono, respectivamente (Tabela 3).

Não houve efeito significativo do AIB sobre o conteúdo em substâncias de reserva nas hastes e folhas das estacas (Tabela 4). Entretanto, houve uma inversão de resposta em relação ao início do experimento, na qual as hastes das estacas coletadas na

primavera apresentaram significativamente menor acúmulo (22,1%) (Tabela 3 e 4). Este comportamento é explicado pelo maior enraizamento das estacas coletadas na primavera, que provocou menor translocação das reservas iniciais das folhas às hastes.

Caso contrário ocorre na coleta de outono, onde houve translocação mais intensa em direção à haste a partir da aplicação dos tratamentos com AIB, para auxiliar no processo de emissão das raízes, acarretando um menor conteúdo de reservas nas folhas (47,4%) e maior na haste (26,1%) frente ao momento da coleta (Tabela 3 e 4).

Em *Citrus* spp., o sistema radicular normalmente é o principal órgão de armazenamento de carboidratos, mas altas concentrações também podem ser encontradas nas folhas (Goldschmidt & Golomb, 1982), coincidindo com os resultados encontrados no presente estudo.

O acúmulo de reservas em citros sob condições subtropicais acontece durante o outono/inverno e a mobilização ao mesmo nível na primavera (Goldschmidt, 1999). Na Espanha, isto foi comprovado em laranjeira doce ‘Salustiana’ (*C. sinensis* L.), onde o acúmulo de carboidratos totais nas folhas iniciou em setembro/novembro (outono), saturando este em dezembro (inverno), voltando a cair a partir do início da brotação até a fase de queda natural de frutinhas (Monerri et al., 2011). Este comportamento foi confirmado no presente estudo.

Na segunda etapa do experimento, os híbridos apresentaram bom desempenho e sobrevivência (>80%), atingindo diâmetro no caule maior para o H49 (6,4 mm) frente ao H77 (5,6 mm), após 330 dias do transplante (Tabela 5). Neste momento, mais de 50% das estacas encontravam-se aptas para a enxertia (diâmetro > 6 mm) (Tabela 5). Pio et al. (2006) relataram que 22,5% das estacas do híbrido somático limoeiro ‘Cravo’ x tangerineira ‘Sunki’, estavam aptas à enxertia (diâmetro > 6,5 mm) após 210 dias do transplante para sacolas. Relatam que embora seja um período mais longo

comparativamente aos porta-enxertos produzidos por semente, este método é apropriado pelos bons índices de vigamento, compatibilidade e vigor.

Comparativamente, somente após seis meses do transplante para sacolas plásticas, estacas enraizadas de tangerineira ‘Sunki Tropical’ estavam muito próximas (5,9 mm, 10 cm acima do colo) do estágio adequado à enxertia, no Estado da Bahia (Oliveira et al., 2014). Nas condições do Estado de Minas Gerais, após 81 dias de transplante, mudas da tangerineira ‘Sunki’ fertirrigadas e propagadas por sementes apresentaram 5,6 mm de diâmetro ao nível do colo (Mattos Junior et al., 2010).

Segundo a análise de variância por medida repetida, na evolução do diâmetro do caule, houve efeito da interação tempo x híbrido ($p < 0,05$). Estes incrementaram lentamente durante os primeiros oito meses após o transplante, a partir do qual sofreram uma aceleração até o final do período avaliado (Figura 2). O crescimento coincidiu com o final da primavera e início do verão, ou seja, médias de temperaturas cada vez maiores, ótimas para o desenvolvimento dos citros que são estimadas em torno de 25 °C a 30 °C (Machado et al., 2005), favorecendo a aceleração da atividade metabólica.

O incremento no diâmetro de ambos híbridos apresentou uma resposta quadrática (Figura 1), onde o H49, que iniciou com menor diâmetro, passou a apresentar valores superiores frente ao H77 a partir dos 220 DAT. Ao final do período de estudo, a altura da parte aérea foi maior no híbrido H49, com uma média para os dois genótipos de 65,4 cm (Tabela 5), resultado inferior aos encontrados por Oliveira et al. (2014) com tangerineira ‘Sunki Tropical’ (77,3 cm). O número de folhas emitidas por planta não foi afetada pelos genótipos (média de 37,0) (Tabela 4).

Diferenças de vigor entre os porta-enxertos são de esperar (Fochesato et al., 2007). No presente estudo, a diferença de vigor entre o H49 e H77 provavelmente deve-se ao diferente percentual de herança genética dos pais que teria de ser avaliado.

Adicionalmente, pesquisas envolvendo sistemas de adubação e substratos no crescimento vegetativo das mudas são necessários.

4. CONCLUSÕES

A propagação dos híbridos H49 e H77 por estaquia é viável, sendo o final da primavera o período mais indicado para a coleta de estacas no Sul do Brasil.

Estacas coletadas no final da primavera dos híbridos H49 e H77 não necessitam de emprego de auxinas de síntese para seu enraizamento.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e à FAPERGS (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- Andrade, R. A., & Martins, A. B. G. (2013). Propagação vegetativa de porta-enxertos para citros. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 25, 134-136. <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-29452003000100038>.
- Bassanezi, R. B., Montesino, L. H., Sanches, A. L., & Spósito, M. B. (2007). Effect of Citrus Sudden Death on yield and quality of sweet orange cultivars in Brazil. *Plant disease*, 91, 1407-1412. <http://dx.doi.org/10.1094/PDIS-91-11-1407>.

- Bushal, R. C., Mizutani, F., Doo-Gyung, M., & Rutto, K. (2001). Propagation of citrus by stem cutting and seasonal variation in rooting capacity. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 4, 1294-1298. <http://dx.doi.org/10.3923/pjbs.2001.1294.1298>.
- Felzener, L. T., Barreiro, A. P., Ono, E. O., Cardoso, S. A., & Rodrigues, J. D. Efeitos de reguladores vegetais no enraizamento de estacas caulinares de *Poncirus trifoliata* var. *monstrosa* (T. Ito). (2007). *Revista Brasileira de Fruticultura*, 29, 399-402. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452007000200041>.
- Fochesato, M. L., Souza, P. V. D., Schäfer, G., & Maciel, H. (2007). Crescimento vegetativo de porta-enxerto de citros produzidos em substratos comerciais. *Ciência Rural*, 37, 970-975. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782007000400008>.
- Goldschmidt, E. E., & Golomb, A. (1982). The carbohydrate balance of alternate-bearing *Citrus* trees and the significance of reserves for flowering and fruiting. *Journal American Society of Horticultural Science*, 107, 206–208.
- Goldschmidt, E. E. (1999). Carbohydrate supply as a critical factor for *Citrus* development and productivity. *HortScience*, 34, 1020–1024.
- Koller, O. C. (coord.) (2009). *Citricultura, cultura de tangerineiras: tecnologia de produção, pós-colheita e industrialização*. Porto Alegre: Riegel, 400p.
- Machado, E. C., Schmidt, P. T., Medina, C. L., & Ribeiro, R. V. (2006). Respostas da fotossíntese de três espécies de citros a fatores ambientais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 1161 - 1178.
- Monerri, C., Fortunato–Almeida, A., Molina, R. V., Nebauer, S. G., García-Luis, A., & Guardiola, J. L. (2011). Relation of carbohydrate reserves with the forthcoming crop, flower formation and photosynthetic rate, in the alternate bearing ‘Salustian’ sweet orange (*Citrus sinensis* L.). *Scientia Horticulturae*, 129, 71-78. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2011.03.009>.

Mattos, J., Ramos, U. M., Quaggio, J. A., Furlani, P. R. Nitrogênio e cobre na produção de mudas de citros em diferentes porta-enxertos. *Bragantia*, 69, 135-147, 2010.

Oliveira, E. M., Rodrigues, M. J., Dantas, A. C., Soares Filho, W. S., & Girardi, E. A. (2014). Efeito do ácido indolbutírico no enraizamento e o crescimento de quinze porta-enxertos de citros propagados por estaquia. *Citrus Research & Technology*, 35, 35-43, <http://dx.doi.org/10.5935/2236-3122.20140004>.

Passos, O. S., Peixoto, L. S., Santos, L. C., Caldas, R. C., & Soares Filho, W. S. (2006). Caracterização de híbridos de *Poncirus trifoliata* e de outros porta-enxertos de citros no Estado da Bahia. *Revista Brasileira Fruticultura*, 28, 410-413, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452006000300016>.

Pio, P., Mourão Filho, F. A., Mendes, B. M., Entelmann, F. A., & Alves, A. R. (2006). Propagation of citrus somatic hybrids with potential for utilization as rootstocks. *Fruits*, 61, 1-7. <http://dx.doi.org/10.1051/fruits:2006001>.

Pompeu Junior, J., & Blumer, S. (2011). Citrandarins e outros híbridos de trifoliata como porta-enxerto para laranjeira Valencia. *Citrus Reserach & Technology*, 32, 133-138. <http://dx.doi.org/10.5935/2236-3122.20110016>.

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

Rao, M. N., Soneji, J. R., Chen, C. H., Huang, H., & Gmitter, F. G. Characterization of zygotic and nucellar seedlings from sour orange-like citrus rootstock candidates using RAPD and EST-SSR markers. (2008). *Tree Genetics & Genomes*, 4, 113-124. <http://dx.doi.org/10.1007/s11295-007-0092-2>.

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, 83-88. <http://dx.doi.org/10.12702/1984-7033.v03n01a12>

Soares Filho, W. S., Sobrinho, A. P., Passos, O. S., Moitinho, E. D. L. 'Maravilha': uma nova seleção de tangerina 'Sunki', *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 25, 268-271, 2003. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452003000200021>.

Uzun, A., & Seday, U. (2011). Effects of different IBA doses on rooting of hardwood cuttings of some citrus rootstocks. *University Journal of the Institute Science and Technology*, 27, 212–216.

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

Tabela 1. Percentagem de enraizamento de estacas dos híbridos H49 e H77 submetidos a diferentes concentrações de ácido indolbutírico e coletadas em duas épocas do ano. Porto Alegre, 2015.

Concentrações de AIB (mg L ⁻¹)	Épocas de coleta de estacas	
	Outono	Final primavera
0	3,5 Bb	99 Aa
1500	15,9 Ab	100 Aa
3000	23,3 Ab	100 Aa
Híbridos		
H49	10,2 Bb	99,3 Aa
H77	18,3 Ab	100 Aa

Médias seguidas de mesma letra maiúscula (coluna) e minúscula (linha) não diferem significativamente entre si, pelo teste de Bonferroni ($p < 0,05$).

Tabela 2. Porcentagem de retenção foliar (RF), comprimento do maior broto (BM), percentagem de brotação (EB) e número de raízes (NR) de estacas dos híbridos H49 e H77, submetidos a diferentes concentrações de ácido indolbutírico e coletadas no outono e na primavera. Porto Alegre, 2015.

Efeito simples		Variável analisada		
Híbridos	RF (%)	BM (cm)	EB (%)	NR
H49	93,0 ^{ns}	5,2 ^{ns}	61,5 a	2,7 b
H77	94,5	4,4	47,9 b	3,5 a
Média	93,8	4,8	54,7	3,1
Épocas de coleta				
Outono	93,0 ^{ns}	2,1 b	37,0 b	1,5 b
Final primavera	94,5	7,2 a	72,4 a	4,7 a
Média	93,8	4,8	54,7	3,1
AIB (mg L ⁻¹)				
0	91,3 ^{ns}	4,5 ^{ns}	47,7 ^{ns}	2,2 b
1.500	94,0	5,1	59,7	3,4 a
3.000	95,9	4,8	56,8	3,7 a
Média	93,8	4,8	54,7	3,1

Médias seguidas de mesma letra, não diferem significativamente entre si pelo teste de Bonferroni ($p < 0,05$). ns – não significativo. * não foram feitas análises estatísticas.

Tabela 3. Conteúdo relativo de reservas totais em estacas e em folhas de dois híbridos H49 e H77 no momento da coleta: outono (14/04/2013) e final da primavera (17/11/2013). Porto Alegre, 2015.

Conteúdo de reservas totais (%)				
	Época do ano	H49	H77	Média
Folhas	Outono	54,5 ^{ns}	55,3 ^{ns}	54,9 A
	Final primavera	45,3 ^{ns}	46,5 ^{ns}	45,9 B
	Média	49,9 ^{ns}	50,9 ^{ns}	
Haste	Outono	19,3 ^{ns}	22,7 ^{ns}	21,0 B
	Final primavera	26,7 a	21,4 b	24,0 A
	Média	23,0 ^{ns}	22,0 ^{ns}	

Médias seguidas de mesma letra minúscula (fila) e maiúscula (coluna) não diferem significativamente entre si pelo teste de Bonferroni. ($p < 0,05$). ns – não significativo.

Tabela 4. Conteúdo relativo de reservas totais em estacas e em folhas de dois híbridos H49 e H77 após 90 ou 130 dias de permanecer em casa vegetação com nebulização intermitente, tratadas com diferentes concentrações de AIB. Porto Alegre, 2015.

Conteúdo de reservas totais (%)					
	Época do ano	0	1.500	3.000	Media
Folhas	Outono	47,5 ^{ns}	47,7 ^{ns}	47,1 ^{ns}	47,4 ^{ns}
	Final primavera	46,1 ^{ns}	45,1 ^{ns}	49,6 ^{ns}	46,9 ^{ns}
	Média	46,4 ^{ns}	46,4 ^{ns}	48,3 ^{ns}	
Haste	Outono	25,5 ^{ns}	25,1 ^{ns}	27,7 ^{ns}	26,1 a
	Final primavera	22,6 ^{ns}	20,8 ^{ns}	22,9 ^{ns}	22,1 b
	Média	24,1 ^{ns}	22,9 ^{ns}	22,2 ^{ns}	

Médias seguidas de mesma letra (coluna ou fila) não diferem significativamente entre si pelo teste de Bonferroni. ($p < 0,05$). ns – não significativo.

Tabela 5. Estacas vivas (EV), altura da parte aérea (AP), diâmetro do caule 10 cm acima do colo (DCE), número de folhas emitidas por planta (NF) e estacas aptas para enxertia (AE) dos híbridos H49 e H77, 330 dias após o transplante para sacolas plásticas de 4,5 L. Porto Alegre, 2015.

Híbrido	EV (%)	AP (cm)	DCE (mm)	NF (planta ⁻¹)	AE (%)
H49	83,7 ¹	71,1±10,8 a	6,4±1,6 a	37,2±6,6 ^{ns}	58,8 ²
H77	79,5	59,2±15,8 b	5,6±0,9 b	36,7±9,3	43,8
Média	81,6	65,4	6,1	37,0	51,3
CV (%)	3,6	22,2	14,1	21,2	20,8

Médias seguidas por letras diferentes na coluna pertencem a grupos diferentes pelo teste T-Student ($p \leq 0,05$). ns – não significativo. ^{1,2} não foi realizado análises estatístico.

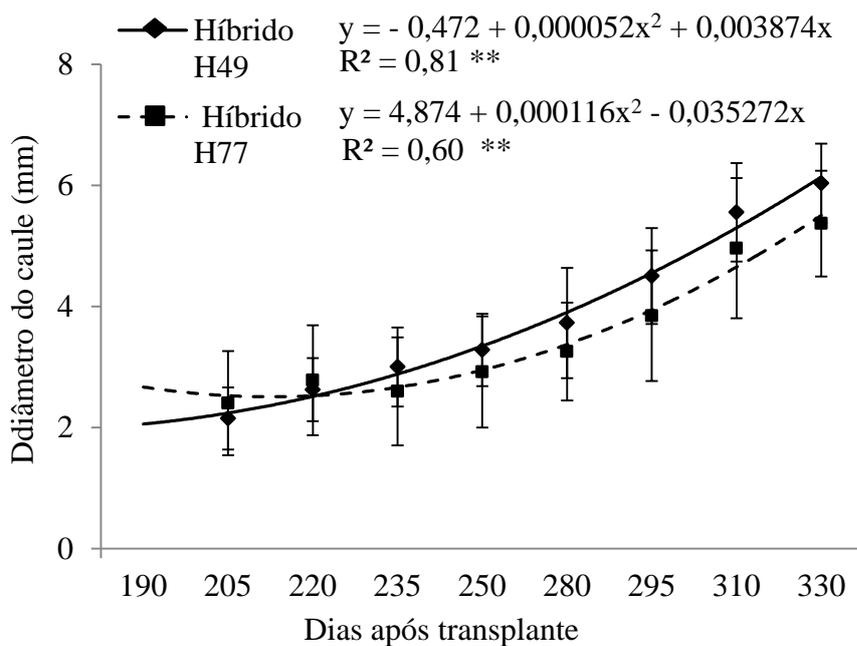


Figura 1. Evolução do diâmetro do caule (10 cm acima do solo) dos híbridos H49 e H77 obtidos por estaquia, ao longo de 330 dias de cultivo em sacolas plásticas de 4,5 L mantidas em casa de vegetação. Porto Alegre, 2015.** significativo a 1%.

4 CONCLUSÕES GERAIS

O potencial de propagação por estaquia de genótipos da tangerineira ‘Sunki’ depende da época de coleta, da genética e da condição de cultivo da matriz.

O final da primavera é a melhor época de coleta das estacas para a tangerineira ‘Sunki’ e alguns de seus híbridos frente ao outono, atingindo alto enraizamento próximo aos 100 % e dispensando o uso de AIB.

O uso de AIB incrementa o número de raízes e enraizamento em estacas de genótipos tangerineira ‘Sunki’ coletadas no outono, porém a resposta é baixa (<20%);

Para obtenção de enraizamento de estacas de tangerineira ‘Sunki’ é necessária a manutenção de folhas quando coletadas no outono.

Após de 11 meses de cultivo, 50% das mudas obtidas por estaquia dos híbridos H49 e H77 derivados de tangerineira ‘Sunki’ encontram-se aptas para a enxertia nas condições do Sul de Brasil.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A obtenção de porta-enxertos de citros tangerineira ‘Sunki’ por estaquia sob nebulização intermitente mostra-se viável, podendo ser um método de propagação adotado futuramente. No entanto, há necessidade de ampliação das pesquisas com outras cultivares porta-enxertos, visando diversificar a oferta e uso de diferentes materiais em pomares.

Apesar de terem sido avaliadas duas estações de coleta no ano (outono e final da primavera), a identificação da resposta nas outras épocas, dado as numerosas mudanças bioquímicas e ambientais que ocorrem nas plantas matrizes, e que parece depender também da espécie, seria justificável de ser executada.

A aclimatização das mudas obtidas por estaquia, visando estabelecer o tempo e custo necessário para fazer a enxertia da copa e seu posterior plantio em campo, é uma fase que merece mais aprofundamento. Essas informações técnicas são necessárias para comparar as possíveis vantagens ou desvantagens da propagação tradicional de porta-enxertos de citros por semente.

Para um melhor entendimento da resposta ao enraizamento, há necessidade de aprofundamento nas análises bioquímicas e nutricionais nos órgãos das matrizes e nas estacas, o que permitirá ajustes no manejo das plantas matrizes, buscando elevados percentuais de enraizamento e posterior desenvolvimento dos porta-enxertos.

Após o enraizamento, também há necessidade de testes de manejo dos porta-enxertos na casa de vegetação, testando substratos, sistemas de fertilização, visando acelerar a fase de enxertia.

Finalmente, as avaliações do comportamento destes porta-enxertos oriundos de estaquia deverão ser testados em condições de pomar, visando comparar seu desempenho com plantas obtidas pelo método tradicional (porta-enxerto oriundo de semente).

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, R. A.; MARTINS, A. B. G. Propagação vegetativa de porta-enxertos para citros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 134 - 136, 2003.

AULER, P. A. *et al.* Ocorrência de declínio dos citros na região noroeste do Paraná. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 1, p. 286-290, 2011.

BALDASSARI, R. B.; GOES, A.; TANNURI, F. Declínio dos citros: algo a ver com o sistema de produção de mudas cítricas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal v. 25, n. 2, p. 357-360, 2003.

BASSAN, M.; MOURÃO FILHO, F. A.; MENDES, B. M. Enraizamento de estacas do híbrido somático Laranja 'Caipira' + limão 'Volkameriano' e de seus genitores. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 2, p. 602 - 606, 2009.

BASSANEZI, R. B. *et al.* Spatial and temporal analyses of citrus sudden death as a tool to generate hypotheses concerning its etiology. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 93, n. 4, p. 502 - 52, 2003.

BASSANEZI, R. B.; *et al.* Effect of Citrus Sudden Death on yield and quality of sweet orange cultivars in Brazil. **Plant disease**, Saint. Paul, v. 91, n. 11, p. 1407 - 1412, 2007.

BUSHAL, R. C. *et al.* Propagation of citrus by stem cuttings and seasonal variation in rooting capacity. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, Faisalabad, v. 4, n. 11, p. 1294 - 1298, 2001

BRESSAN, J. R. **Identificação precoce de indivíduos zigóticos e populações provenientes de autopolinização em tangerineira 'Montenegrina'**. Porto Alegre: UFRGS, 2008. 60 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

CASTLE, W. S. Rootstock as a fruit quality factor in citrus and deciduous tree crops. New Zealand. **Journal of Crop and Horticultural Science**, Wellington, v. 23, n. 4, p. 383 - 394, 1995.

CRISTOFANI, M.; MACHADO, M. A.; GRATTAPAGLIA, D. Genetic linkage maps of *Citrus sunki* Hort. ex. Tan. and *Poncirus trifoliata* (L.) Raf. and mapping of citrus tristeza vírus resistance gene. **Euphytica**, Wageningen, v. 109, n. 1, p. 25 - 32, 1999.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Levantamentos de Safras. Disponível em <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&>. Acesso em: 30 jul. 2015.

FACHINELLO, J. C. *et al.* **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**, 2 ed. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 1995, 178 p.

FAO. Agricultural Data – FAOSTAT. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em: 30 jul. 2015.

FERGUSON, J; YOUNG, M. The propagation of citrus rootstocks by stem cuttings. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Gainesville, v. 98, p. 39 - 42 1985.

FERRI, C. P. Enraizamento de estacas de citros. **Revista Brasileira de fruticultura**, Cruz das Almas, v. 19, n. 1, p. 113 - 121, 1997.

FOCHESATO, M. L. **Substratos e porta-enxertos na produção de mudas cítricas em ambiente protegido**: UFRGS, 2005. 91 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

FROST, H. B.; SOOST, R. K. Seed reproduction: Development of gametes and embryos. IN: REUTHER, W; BARCHELOR, L; WEBER, H (Eds). **The citrus Industry**. Berkeley: University of California Press, v. 3. 1968.

GARCÍA, R. *et al.* Genetic analysis of apomixes in Citrus and Poncirus by molecular markers. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 99, n. 3 - 4, p. 511 - 518, 1999.

GUERRA, D. *et al.* Caracterização morfológica, determinação do número de embriões e taxa de poliembriõnia em três porta-enxertos híbridos de citros. **Bragantia**, Campinas, v. 71, n. 2, p. 196 - 201, 2012.

GIRARDI, E. A. **Métodos alternativos de produção de mudas cítricas em recipientes na prevenção da morte súbita dos citros**. São Paulo: USP, 2005. 89 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura ‘Luiz de Queiroz’, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

GIRARDI E. A.; MOURÃO FILHO, F. A.; ALVES, A. S. Mudanças de laranjeira Valência sobre dois porta-enxertos e sob diferentes manejos de adubação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 3, p. 855-864, 2010.

GOLDSCHMIDT, E. E., 1999. Carbohydrate supply as a critical factor for Citrus development and productivity. **HortScience**, Alexandria, v. 34, n. 6, p. 1020 – 1024, 1999.

GROSSER J. W.; OLLITRAULT, P.; OLIVARER-FUSTER, O. Somatic hybridization in Citrus: an effective tool to facilitate variety improvement. **In Vitro Cellular & Developmental Biology - Plant**. Berlin, v. 36, n. 6, p. 434 - 449, 2000.

HARTMANN, *et al.* **Plant propagation: principles and practices**. 7 ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002, 880 p.

HUSSAIN, S. *et al.* Facultative apomixis and chromosome doubling are sources of heterogeneity in citrus rootstock trials: Impact on clementine production and breeding selection. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 130, n. 4, p. 815 - 819, 2011.

IGLESIAS, L.; LIMA, H.; SIMON J. P. Isoenzyme identification of zygotic and nucellar seedling in Citrus. **Journal of Heredity**, Oxford, v. 65, n. 2, p. 81 - 84, 1974.

JESUS JÚNIOR, W. C.; BASSANEZI, R. B. Análise da dinâmica e estrutura de focos da morte súbita dos citros. **Fitopatologia Brasileira**, Lavras, v. 29, n. 4, p. 399 - 405, 2004.

KOLLER, O. L. SOPRANO, E.; ZENETTE, A. C. Avaliação de porta-enxertos para laranjeira ‘Hamlin’ em Santa Catarina. **Ceres**, Viçosa, v. 47, n. 271, p. 325 - 336, 2000.

LASKOWSKI, L. Contenido de carbohidratos en hojas y raíces de plantas de naranja ‘Valencia’ y mandarina ‘Dancy’ durante un ciclo anual de crecimiento. **Revista Facultad de Agronomía (LUZ)**, Maracaibo, v. 31, n. 1, p. 1 - 22, 2014.

MARTINS, F. T. **Comportamento de laranjeira ‘Valencia’ e tangerineira ‘Montenegrina’ propagadas por estaquia e enxertia**. Porto Alegre: UFRGS. 67 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

MATTOS JUNIOR, D. *et al.* **Citros**. Campinas: Instituto Agrônomo e FAPESP, 2005, 929 p.

MORALES, C. F. G. **Influencia do ácido indolbutírico e da presença de folhas no enraizamento de estacas de laranjeiras ‘Valencia’ e Montenegrina’**. Porto Alegre: UFRGS, 1990. 71 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1990.

MOURÃO FIHO, F. A.; GIRARDI, E. A.; COUTO, H. T. Z. ‘Swingle’ citrumelo propagation by cuttings for citrus nursery tree production or inarching. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 120, n. 2, p. 207 - 212, 2009.

OLIVEIRA, R. P.; SCIVITTARO, W. B. **Normas e padrões para produção de mudas certificadas de citros em parceria com a Embrapa**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2003. 18 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 114).

OLIVEIRA, R. P. *et al.* **Porta-enxertos para citros**. Pelotas: **Embrapa Clima Temperado**, 2008. 45p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 226).

OLIVEIRA, E. M. *et al.* A. Efeito do ácido indolbutírico no enraizamento e o crescimento de quinze porta-enxertos de citros propagados por estaquia. **Citrus Research & Technology**, Cordeirópolis, v. 35, n. 1, p. 35 - 43, 2014.

PIO, R. *et al.* Enraizamento de estacas dos porta-enxertos de citros ‘Flying Dragon’ e ‘Trifoliata’. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 8, n. 3, p. 195 - 198, 2002.

PLATT, R. G.; OPITZ, K. W. **Propagation of citrus**. In: REUTHER, W. **The citrus industry**. Berkeley: University of California, 1973. v. 3, cap. 1, p. 1 - 47.

POMPEU JUNIOR, J.; SALVA, R.; BLUMER, S. Copas e porta-enxertos nos viveiros de mudas cítricas do Estado de São Paulo, **Laranja**, Cordeirópolis, v. 25, n. 2, p. 413 - 422, 2004.

POMPEU JUNIOR, J. Porta-enxertos. In: MATTOS JUNIOR, D. *et al* (Ed.). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico: FUNDAG, 2005, p. 61 – 104.

POMPEU JÚNIOR, J.; BLUMER, S. Laranjeiras e seus porta-enxertos nos viveiros de mudas cítricas do Estado de São Paulo, em 2004-2007. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 29, n. 1-2, p. 35 - 50, 2008.

POMPEU JUNIOR, J. Porta-enxertos para citros potencialmente ananizantes. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 22, n. 1, p. 147 - 155, 2011.

RAGA, V. *et al*. Segregation and linkage analyses in two complex populations derived from the citrus rootstock Cleopatra mandarin inheritance of seed reproductive traits. **Tree Genetics & Genomes**, Heidelberg, v. 8, n. 5, p. 1061 – 1071, 2012.

RAO, M. N. *et al*. Characterization of zygotic and nucellar seedlings from sour orange-like citrus rootstock candidates using RAPD and EST-SSR markers. **Tree Genetics & Genomes**, Heidelberg, v.4, n. 1, p. 113 - 124, 2008.

RIEGER, M. Growth, gas exchange, water uptake, and drought response of seedling- and cutting propagated peach and citrus rootstocks. **Journal American Horticultural Society**, Alexandria, v. 117, n. 5, p. 834 - 840, 1992.

RIETH, S. **Desinfestação de substratos e fungos micorrízicos na produção de porta-enxertos de citros**. Porto Alegre: UFRGS. 104 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

RODRIGUES, L. R.; DORNELLES, A. L.; SCHIFINO-WITTMANN, M. T. Poliembrionia e número de sementes por fruto de quatro cultivares de tangerineira, **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, n. 3, p. 469 - 474, 1999.

SAGEE, O. *et al*. Involvement of rooting factors and free IAA in the rootability of citrus species stem cuttings. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 51, n. 3, p. 187 - 195, 1992.

SANCHEZ, J. J. *et al*. Estudio anatómico de la poliembrionía en tres portainjertos de cítricos. **Revista Chapingo Serie Horticultura**, Chapingo, v. 12, n. 2, p. 145 - 152, 2006.

SCHÄFER, G.; DORNELLES, A.L.C. Produção de mudas cítricas no Rio Grande do Sul - Diagnóstico da região produtora. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 4, p. 587 - 592, 2000.

SCHÄFER, G. *et al.* Produção e desenvolvimento da tangerineira ‘Montenegrina’ propagada por enxertia e estaquia, no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, 2001.

SCHÄFER, G. **Produção de porta-enxertos cítricos em recipientes e ambiente protegido no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRGS. 129f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

SHARMA, S.; PRAKASH, A.; TELE, A. In Vitro Propagation of citrus rootstocks. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca**, Cluj-Napoca, v. 37, n. 1, p. 84 - 88, 2009.

SIVIERO, A.; CRISTOFANI, M.; MACHADO, M. A. QTL mapping associated with rooting stem cuttings from *Citrus sunki* vs. *Poncirus trifoliata* hybrids. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 3, n. 1, p. 83 - 88, 2003.

SOARES FILHO, W. S. *et al.* Poliembriõnia e frequência de híbridos em *Citrus* spp. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 4, p. 857 - 864, 2000.

SOARES FILHO, W. S. *et al.* Frequência de híbridos em cruzamentos controlados de citros: cultivo de sementes versus cultivo in vitro de embriões. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 7, 981 - 988, 2002.

SOARES FILHO, W. S. *et al.* ‘Maravilha’: uma nova seleção de tangerina ‘Sunki’, **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 268 - 271, 2003.

SOARES FILHO, W. S. *et al.* Parentais femininos monoembriônicos na obtenção de porta-enxertos híbridos de citros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 1, p. 215 - 218, 2008.

SOUZA, P. V. D.; SCHÄFER, G. Produção de mudas de laranjeiras. IN: KOLLER, O.C (Org.) Citricultura: 1. Laranja: tecnologia de produção, pos-colheita, industrialização e comercialização. Porto Alegre, Ed. Cinco Continentes, 2006. Cap. 5, p. 55 - 87.

TALLÓN, C. I.; PORRAS, I; PÉREZ, O. Efficient propagation and rooting of three citrus rootstocks using different plant growth regulators. **In Vitro Cellular & Developmental Biology Plant**, Raleigh, v. 48, n. 5, p. 488 - 499, 2012.

TEIXEIRA, P. T. L. *et al.* Desenvolvimento vegetativo de porta-enxertos de citros produzidos em diferentes recipientes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 6, p. 1695 - 1700, 2009.

TIMMER, L. W. *et al.* Comparison of water flow and xylem plugging in Declining and in apparently health citrus trees in Florida and Argentina. **The American Phytopathological Society**, Sant Paul, v. 76, n. 7, p. 707 - 711, 1986.

TORREY, J. G. Endogenous and exogenous influences on the regulation of lateral root formation. In: Jackson, M. B. **New root formation in plants and cuttings**. Dordrecht: Martinus Nijhoff, 1996. p. 31 - 66.

UZUN, A.; SEDAY, U. 2011. Effects of different IBA doses on rooting of hardwood cuttings of some citrus rootstocks. **Erciyes University Journal of the Institute Science and Technology**, Kayseri, v. 27, n. 2, p. 212 – 216, 2011.

WAKANA, A.; UEMOTO, S. Adventive embryogenesis in *Citrus*. I. The occurrence of adventive embryos without pollination or fertilization. **American Journal of Botany**, Sant Louis, v. 74, n. 4, p. 517-530, 1987.

WEILER, R. L. *et al.*. Teste de paternidade e avaliações agronômicas de possíveis híbridos de tangerineira ‘Sunki’. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 10, n. 6, p. 429 – 435 2009.

7 APÊNDICE

APÊNDICE 1. Plantas matrizes fornecedoras das estacas coletadas no final da primavera dos híbridos H49 (a) e H77 (b) e de tangerineira 'Sunki' (c, d) cultivada em pomar coleção na EEA-UFRGS. Porto Alegre, 2013.



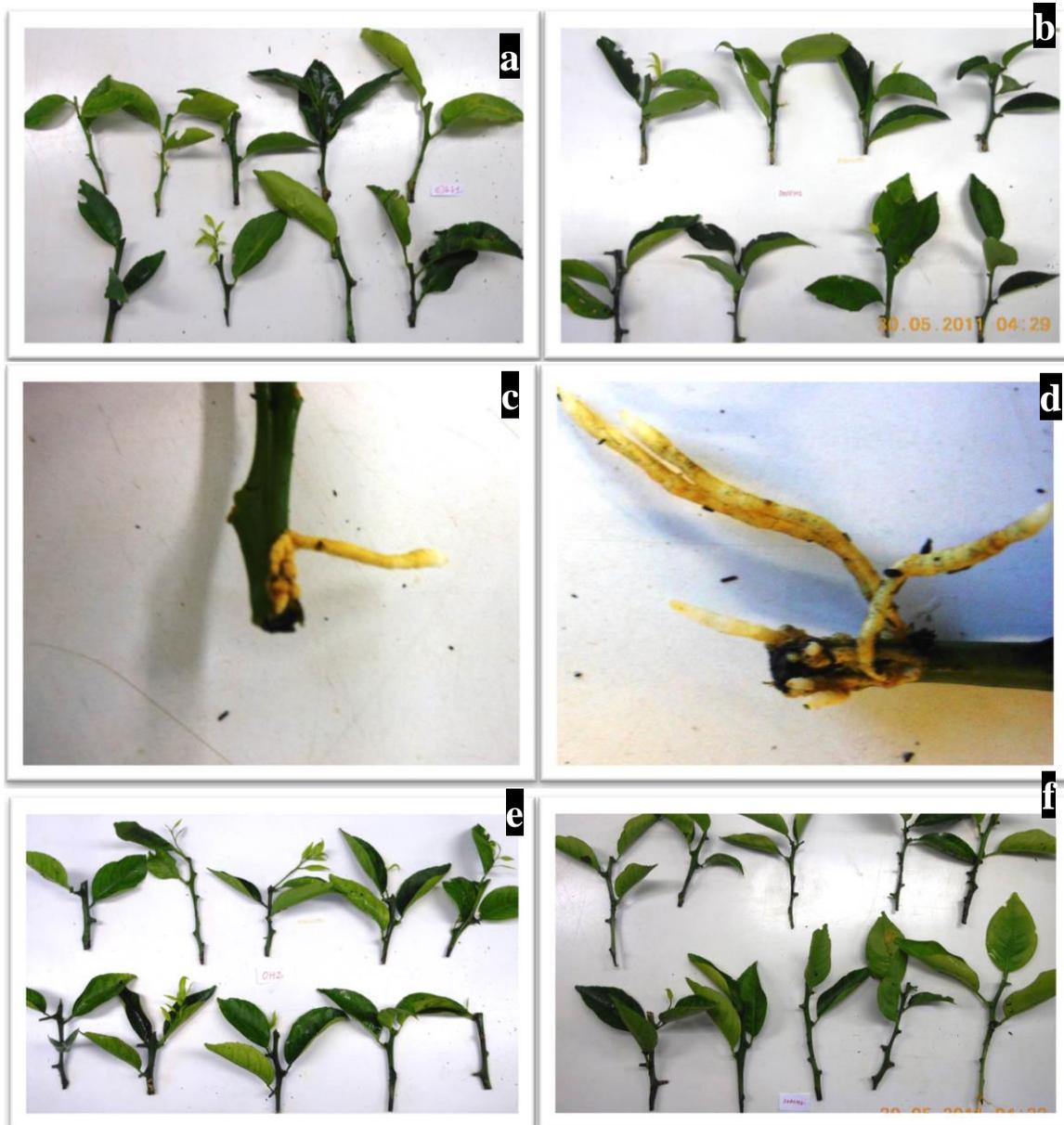
APÊNDICE 2. Plantas matrizes de tangerineira 'Sunki' fornecedoras das estacas cultivadas em ambiente protegido na EEA-UFRGS. Porto Alegre, 2013.



APÊNDICE 3. Figuras ilustrando a instalação de experimentos, bem como sua execução. a) visual da planta matriz; b) ramos de onde são feitas as estacas; c) experimento em casa de nebulização a partir de estacas coletadas no outono; d) experimento em casa de nebulização a partir de estacas coletada no final da primavera. Porto Alegre, 2013.



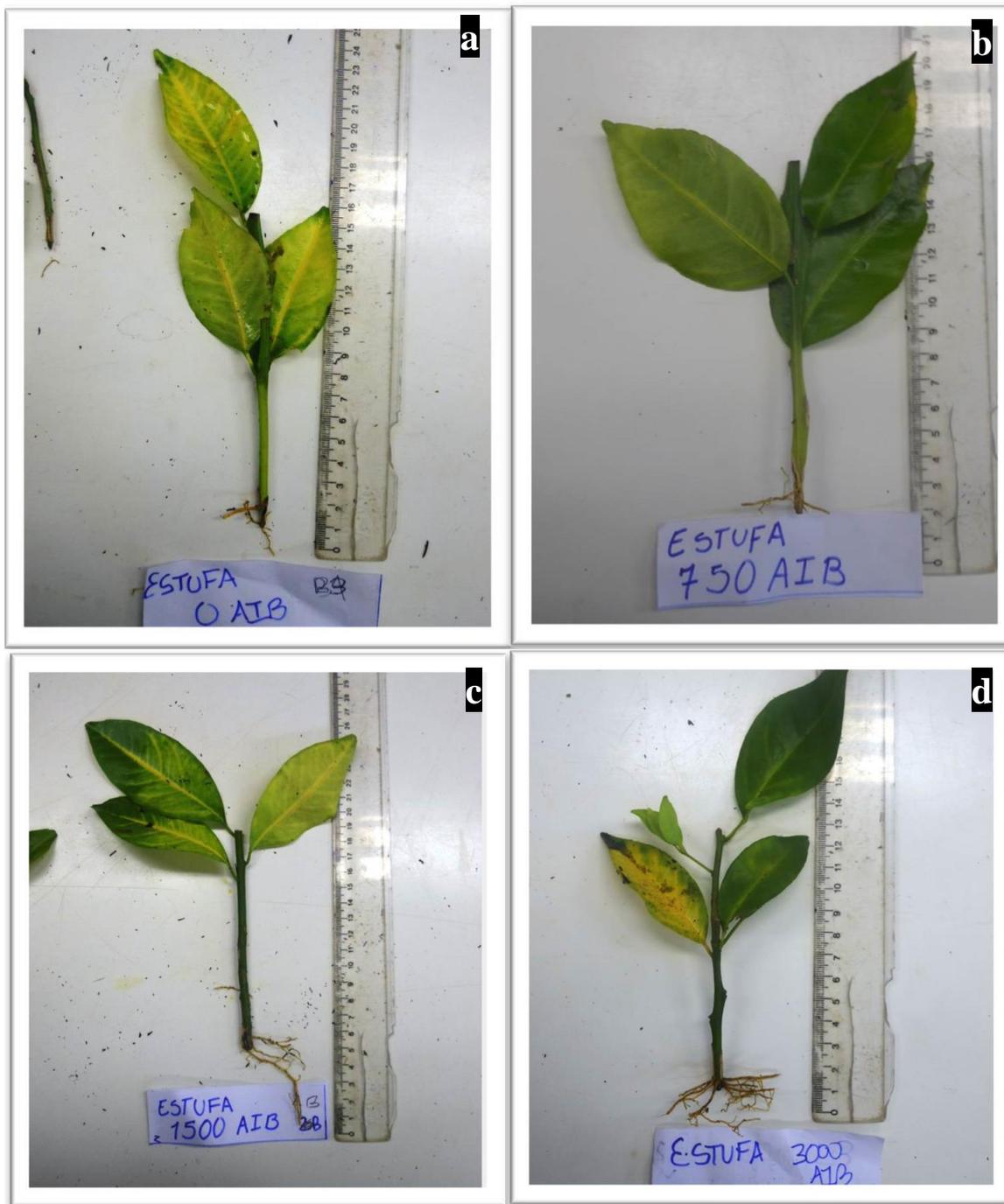
APÊNDICE 4. Propagação por estacas dos híbridos tangerineira 'Sunki' coletadas no outono e tratadas com AIB; a) H49 testemunha, b) H49 3.000 mg L⁻¹, c) H77 0 mg L⁻¹, d) H77 3.000 mg L⁻¹, e) H92 0 mg L⁻¹ e f) H92 3.000 mg L⁻¹, após 130 dias sob nebulização intermitente. Porto Alegre, 2013.



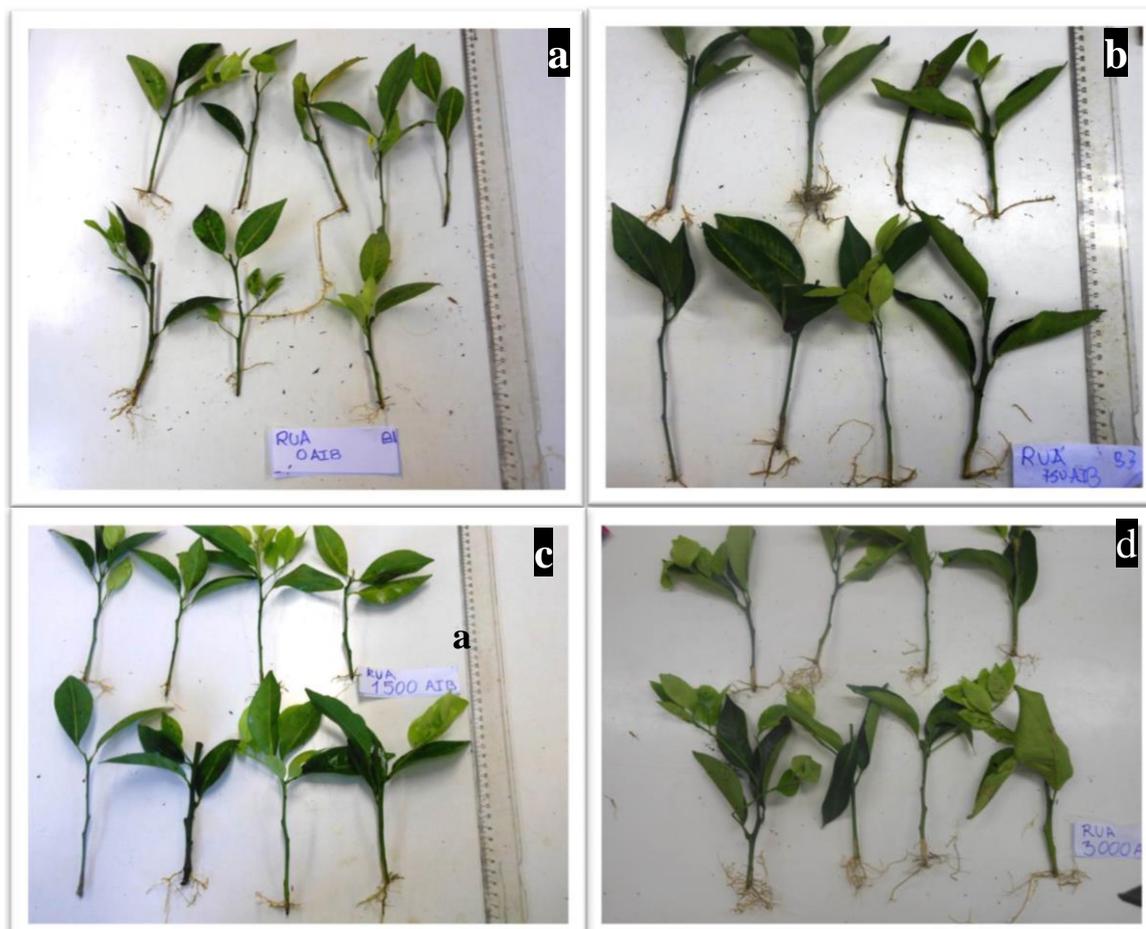
APÊNDICE 5. Propagação por estacas tangerineira 'Sunki' coletadas no final da primavera e de plantas matrizes mantidas em ambiente protegido tratadas com AIB; a) 0 mg L^{-1} , b) 750 mg L^{-1} , c) 1.500 mg L^{-1} e d) 3.000 mg L^{-1} , após 90 dias sob nebulização intermitente. Porto Alegre, 2014.



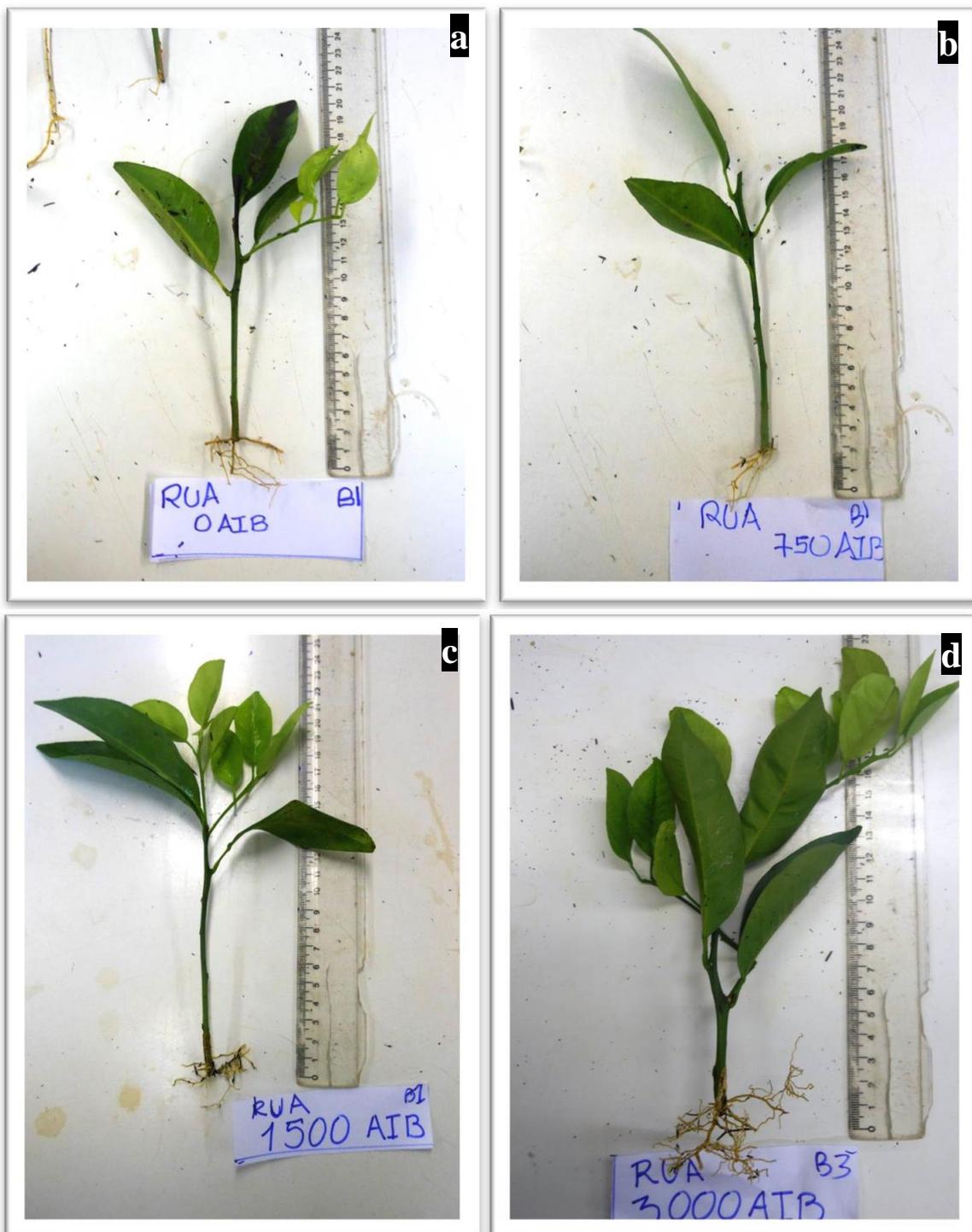
APÊNDICE 6. Propagação por estacas de tangerineira 'Sunki' coletadas no final da primavera e de plantas matrizes cultivadas em ambiente protegido tratadas com; a) 0 mg L^{-1} , b) 750 mg L^{-1} , c) 1.500 mg L^{-1} e d) 3.000 mg L^{-1} de AIB, após 90 dias sob nebulização intermitente. Porto Alegre, 2014.



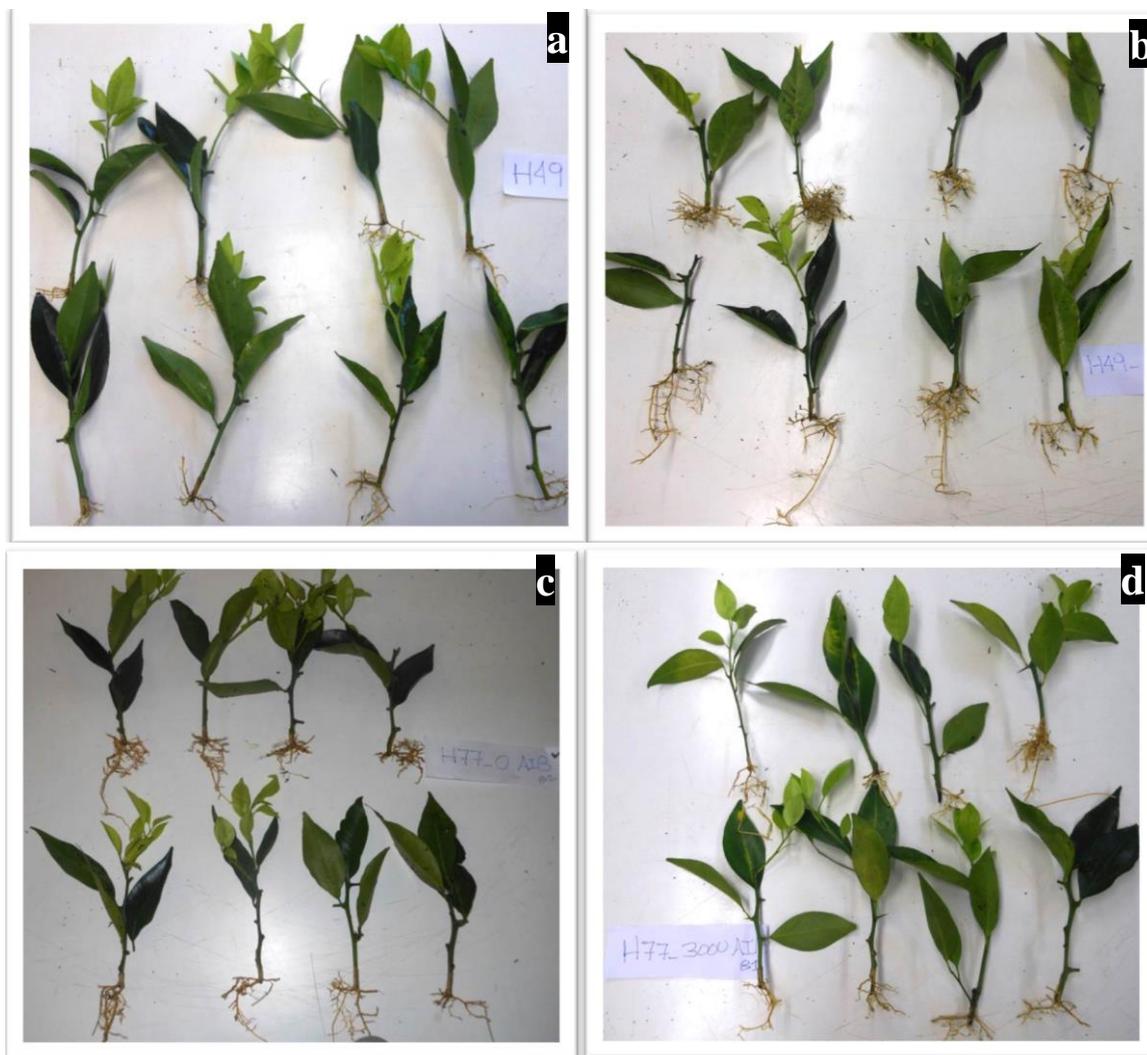
APÊNDICE 7. Propagação por estacas de tangerineira 'Sunki' coletadas no final da primavera e de plantas matrizes cultivadas em campo tratadas com; a) 0 mg L^{-1} , b) 750 mg L^{-1} , c) 1.500 mg L^{-1} e d) 3.000 mg L^{-1} , após 90 dias sob nebulização intermitente. Porto Alegre, 2014.



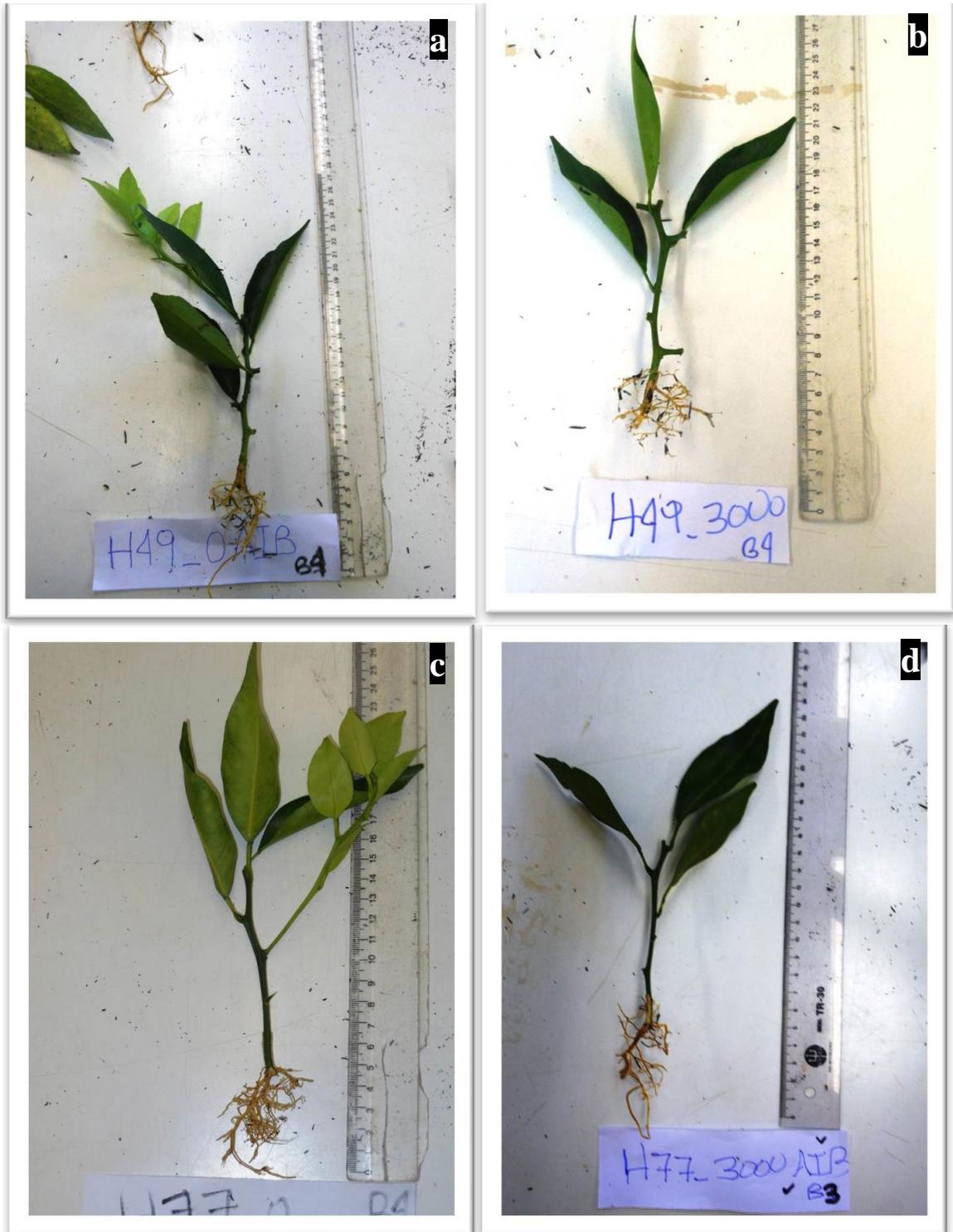
APÊNDICE 8. Propagação de tangerineira 'Sunki' coletadas no final da primavera e de plantas matrizes cultivadas em campo tratadas com: a) 0 mg L^{-1} , b) 750 mg L^{-1} , c) 1.500 mg L^{-1} e d) 3.000 mg L^{-1} de AIB, após 90 dias sob nebulização intermitente. Porto Alegre, 2014.



APÊNDICE 9. Propagação por estacas do híbrido H49 coletadas no final da primavera e tratadas com AIB; a) 0 mg L^{-1} , b) 3.000 mg L^{-1} ; e do híbrido H77; c) 0 mg L^{-1} e d) 3.000 g L^{-1} , após 90 dias sob nebulização intermitente. Porto Alegre, 2014.



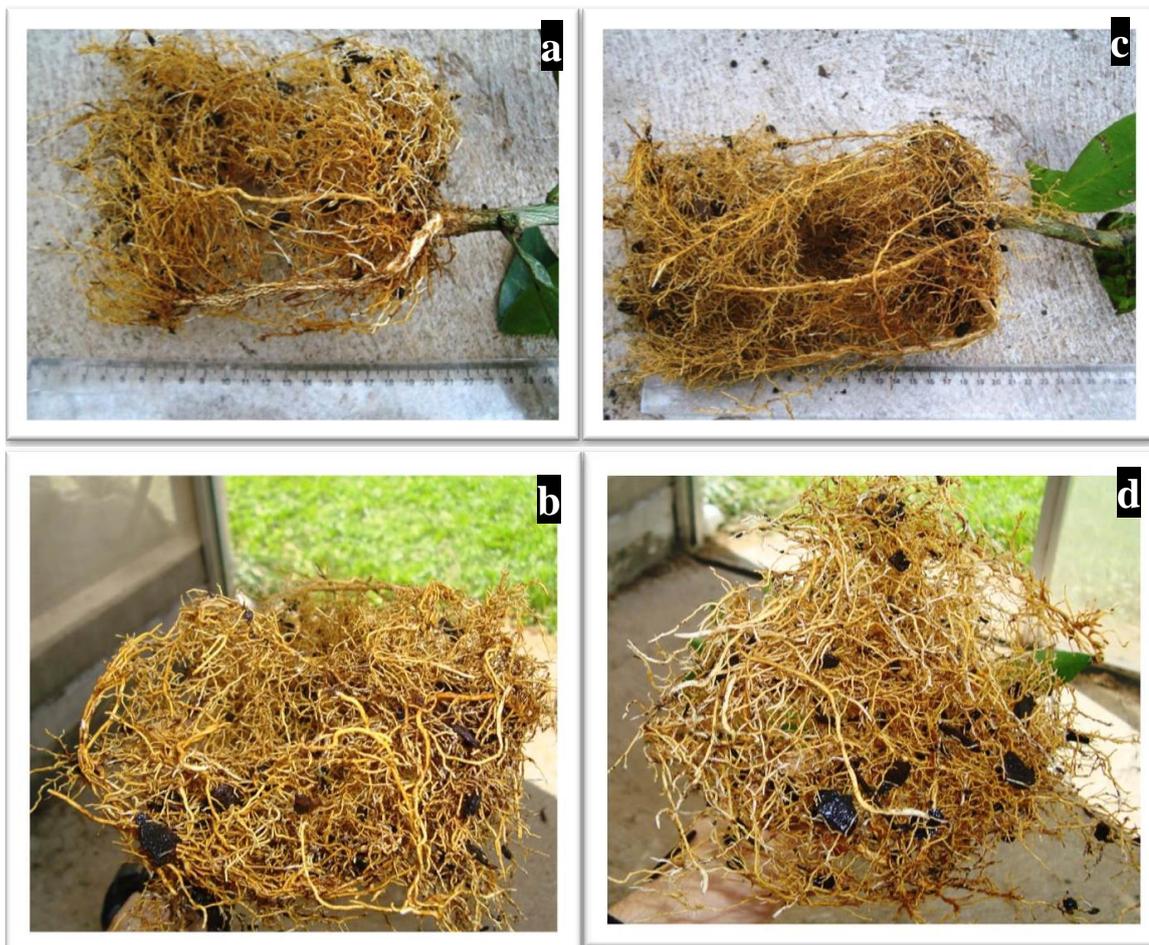
APÊNDICE 10. Propagação do híbrido H49 por estacas coletadas no final da primavera e tratadas com AIB; a) 0 mg L^{-1} , b) 3.000 mg L^{-1} ; e o híbrido H77; c) 0 mg L^{-1} e d) 3.000 g L^{-1} , após 90 dias sob nebulização intermitente. Porto Alegre, 2014.



APÊNDICE 11. Mudanças dos híbridos a-b) H49 e c-d) H77 tangerineira 'Sunki' obtidos por estacas e coletados no final da primavera, 330 dias após de transplante em estufa para sacolas plásticas (4,5 L) com substrato à base casca de pinus. Porto Alegre, 2015.



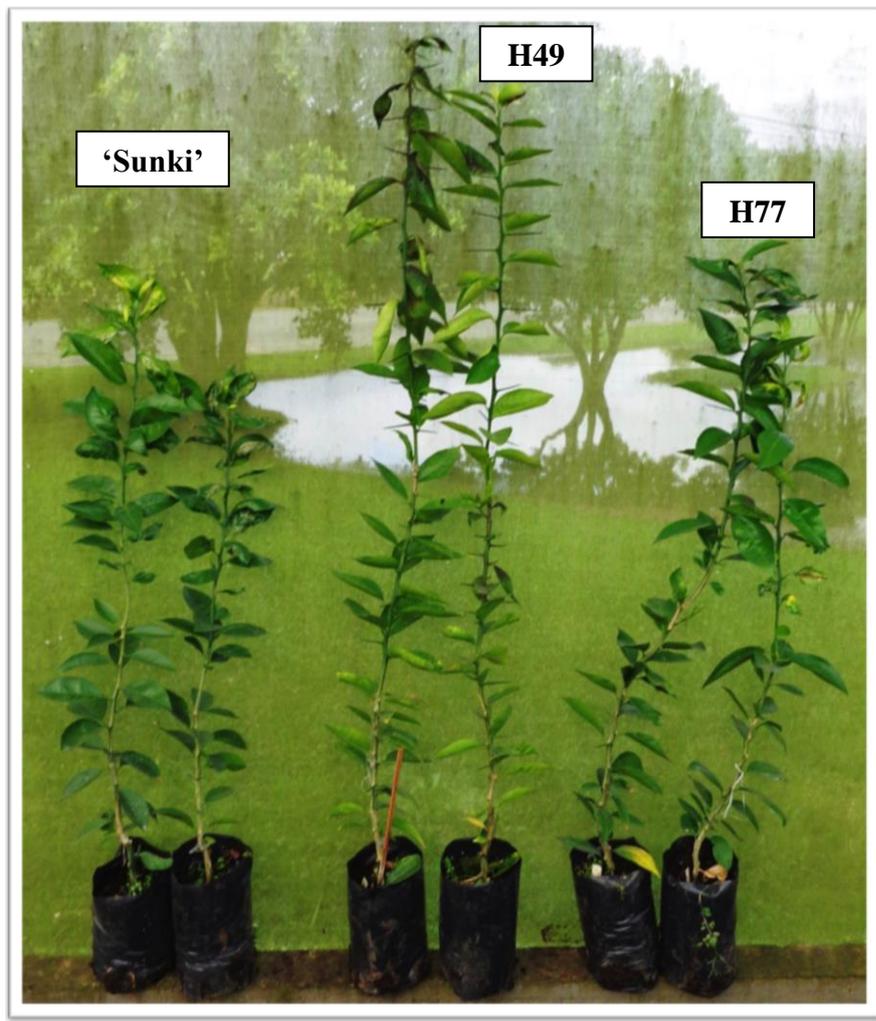
APÊNDICE 12. Visual do sistema radicular dos híbridos a-b) H49 e c-d) H77 obtidos de estacas coletadas no final da primavera, 330 dias após de transplante em estufa para sacolas plásticas (4,5 L) com substrato à base casca de pinus. Porto Alegre, 2015.



APÊNDICE 13. Mudas dos híbridos H49 e H77 obtidos por estacas coletados no final da primavera, a-b) 170 e c-d) 330, dias após de transplante em estufa para sacolas plásticas (4,5 L) com substrato à base casca de pinus. Porto Alegre, 2015.



APÊNDICE 14. Mudanças dos híbridos H49, H77 e tangerineira 'Sunki' obtidos por estacas e coletados no final da primavera, 420 dias após de transplante em estufa para sacolas plásticas (4,5 L) com substrato à base de casca de pinus. Porto Alegre, 2015.



APÊNDICE 15. Análises foliar das matrizes dos híbridos H49 e H77 tangerineira ‘Sunki’ coletados na primavera. Porto Alegre, 2013.

Determinações	Metodologia aplicada / limite de detenção	Genótipo		
		H49	H77	‘Sunki’ em campo
N (TKN) - % (m/m)	Kjeldahl / 0,01%	2,2	1,7	2,0
P total - % (m/m)		0,17	0,15	0,15
K total - % (m/m)	digestão úmida nítrica-perclórica ICP-OES/0,01%	1,4	1,2	1,7
Ca total - % (m/m)		1,8	2,0	2,3
Mg total - % (m/m)		0,28	0,23	0,36
S total - % (m/m)		0,20	0,15	0,22
Cu total - (mg/kg)	digestão úmida nítrica-perclórica ICP-OES/0,3 mg/kg	21	56	43
Zn total - % (m/m)	digestão úmida nítrica-perclórica ICP-OES/1 mg/kg	15	10	15
Boro total – mg/kg	digestão seca/ICP-OES/ mg/kg	52	34	73
Mn total – mg/kg	digestão úmida nítrica-perclórica ICP-OES/2 mg/kg	26	17	17
Ferro total – mg/kg		80	48	101

Resultados expressos no material seco a 65°C. . Amostras a partir de 30 folhas saudáveis, maduras e totalmente expandidas, do terço superior da planta.

APÊNDICE 16. Análises foliar das estacas cultivadas em campo e ambiente protegido de tangerineira ‘Sunki’ e coletadas no final da primavera, após de 90 dias de experimentação em casa de vegetação com nebulização intermitente. Porto Alegre, 2014.

Determinações	Metodologia aplicada / limite de detenção	Ambiente de cultivo	
		Campo	Ambiente protegido
N (TKN) - % (m/m)	Kjeldahl / 0,01%	1,5	1,1
P total - % (m/m)		0,09	0,09
K total - % (m/m)	digestão úmida nítrica-	1,2	0,90
Ca total - % (m/m)	perclórica ICP-OES/0,01%	2,8	2,1
Mg total - % (m/m)		0,35	0,33
S total - % (m/m)		0,12	0,10
Cu total - (mg/kg)	digestão úmida nítrica-	16	16
	perclórica ICP-OES/0,3 mg/kg		
Zn total - % (m/m)	digestão úmida nítrica-	13	13
	perclórica ICP-OES/1 mg/kg		
Boro total – mg/kg	digestão seca/ICP-OES/ mg/kg	54	59
Mn total – mg/kg	digestão úmida nítrica-	48	55
Ferro total – mg/kg	perclórica ICP-OES/2 mg/kg	90	139

Resultados expressos no material seco a 65°C. Amostras a partir de 30 folhas das estacas.

APÊNDICE 17. Análises foliar das mudas obtidas por estacas dos híbridos H49 e H77 tangerineira ‘Sunki’ coletada na primavera, 330 dias após de transplante em estufa para sacolas plásticas (4,5 L) com substrato à base casca de pinus. Porto Alegre, 2015.

Determinações	Metodologia aplicada / limite de detenção	Genótipo	
		H49	H77
N (TKN) - % (m/m)	Kjeldahl / 0,01%	1,9	2,2
P total - % (m/m)		0,16	0,17
K total - % (m/m)	digestão úmida nítrica- perclórica	0,87	1,1
Ca total - % (m/m)	ICP-OES/0,01%	3,1	2,8
Mg total - % (m/m)		0,30	0,26
S total - % (m/m)		0,19	0,21
Cu total - (mg/kg)	digestão úmida nítrica- perclórica ICP-OES/0,3 mg/kg	11	11
Zn total - (m/m)	digestão úmida nítrica- perclórica ICP-OES/1 mg/kg	80	69
Boro total – mg/kg	digestão seca/ICP-OES/ mg/kg	52	65
Mn total – mg/kg	digestão úmida nítrica- perclórica	82	73
Ferro total – mg/kg	ICP-OES/2 mg/kg	127	101

Resultados expressos no material seco a 65°C. Amostras a partir de 30 folhas saudias, maduras e totalmente expandidas, do terço superior da planta.