



**Universidade Federal de São Carlos**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**Curso de Engenharia Agrônoma**



**LUCAS RENAN DA FONSECA**

**ADENSAMENTO DE PLANTIO PARA LARANJEIRA VALÊNCIA  
ENXERTADA EM CITRANDARINS**

**ARARAS - 2025**



**Universidade Federal de São Carlos**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**Curso de Engenharia Agrônoma**



**LUCAS RENAN DA FONSECA**

**ADENSAMENTO DE PLANTIO PARA LARANJEIRA VALÊNCIA  
ENXERTADA EM CITRANDARINS**

Monografia apresentada ao Curso de  
Engenharia Agrônoma – CCA – UFSCar  
para a obtenção do título de Engenheiro  
Agrônomo

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Patrícia Marluci da Conceição

**ARARAS – 2025**

**Dedico este trabalho à memória da minha mãe, que, com amor incondicional, me incentivou e apoiou em momentos desafiadores que antecederam minha entrada na universidade.**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, de coração, ao meu pai José, ao meu irmão Ruan e à minha avó Lurdes, por sempre estarem ao meu lado e serem minha base para que eu possa ser uma pessoa melhor a cada dia.

Agradeço, em memória da minha mãe, que, com amor incondicional, força e sabedoria, foi meu maior exemplo e inspiração. Seu apoio e incentivo foram fundamentais em toda a minha trajetória, especialmente nos momentos desafiadores que antecederam minha entrada na universidade.

Agradeço ao Prof. Dr. Fernando Alves de Azevedo pela oportunidade de fazer parte do Grupo de Desenvolvimento em Citros (GD Citros).

Agradeço ao Centro de Citricultura Sylvio Moreira (IAC/Cordeirópolis) por ter me acolhido como estagiário e pela confiança depositada em meu trabalho ao permitir o desenvolvimento de projetos de pesquisa por meio do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC). A oportunidade de vivenciar o ambiente de pesquisa, trocar experiências com profissionais dedicados e aplicar na prática os conhecimentos adquiridos ao longo da graduação foi essencial para minha formação.

Grato à minha orientadora de TFG, a Dra. Patrícia Marluci da Conceição e ao meu coorientador de iniciação científica, o Dr. Fernando Trevizan Devite, pela paciência e conhecimento compartilhados na realização deste trabalho.

Agradeço a todos os pesquisadores, doutores, mestres e companheiros de estágio do Centro de Citricultura Sylvio Moreira e a todos os professores da UFSCar campus Araras que, de alguma forma, contribuíram para meu desenvolvimento profissional e pessoal.

Agradeço à República Taberna, que foi mais do que um lar durante os mais de três anos em que morei ali. Agradeço imensamente aos meus companheiros de república, que, com amizade, companheirismo e bom humor, tornaram essa jornada acadêmica muito mais leve, divertida e significativa.

**“Seja você quem for, seja qual for a posição social que você tenha na vida, a mais alta ou a mais baixa, tenha sempre como meta muita força, muita determinação e sempre faça tudo com muito amor e com muita fé em Deus, que um dia você chega lá. De alguma maneira você chega lá”**

**Ayrton Senna**

## RESUMO

O cultivo da laranjeira Valência tem enfrentado importantes desafios fitossanitários, sobretudo devido ao avanço do *huanglongbing*. Esse cenário tem favorecido o uso de porta-enxertos de menor vigor associados a adoção de plantios mais adensados. Dentre as opções disponíveis de porta-enxertos, os citrandarins têm se destacado por proporcionarem a formação de plantas mais compactas e com boa produtividade. Neste contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar como diferentes espaçamentos entre plantas, influenciam no desenvolvimento vegetativo de plantas de laranjeira Valência enxertada em diferentes citrandarins. O plantio das mudas foi realizado sob sistema de cultivo mínimo, com preparo exclusivo das linhas de plantio e espaçamento de 6,0 metros entrelinha. No experimento foi adotado o delineamento experimental em blocos casualizados, no esquema de parcelas subdivididas, sendo quatro espaçamentos entre plantas (3,0 m; 2,5 m; 2,0 m; e 1,5 m) distribuídos nas parcelas e quatro porta-enxertos [IAC 3152 Itajobi (152), IAC 3155 (155), IAC 3073 Barretos (73) e IAC 3026 Santa Amélia (26)], nas subparcelas. Foram três repetições, cada uma composta por cinco plantas. Foi avaliado o desenvolvimento vegetativo das plantas, análise de trocas gasosas (fotossíntese, transpiração, condutância estomática, concentração intercelular de CO<sub>2</sub> e eficiência no uso de água) e o desenvolvimento do sistema radicular. O espaçamento de 3,0 m favoreceu o crescimento em diâmetro, volume da copa e desenvolvimento radicular, com destaque para os porta-enxertos 152 e 26. O porta-enxerto 73 demonstrou maior eficiência fisiológica no plantio adensado (1,5 m), com menor transpiração, condutância estomática e concentração interna de CO<sub>2</sub>, sem prejuízo à fotossíntese, indicando uma estratégia de economia de água. Conclui-se que a escolha do porta-enxerto deve considerar não apenas sua adaptação geral, mas também o comportamento fisiológico e o padrão de crescimento em diferentes densidades de plantio, buscando combinações que maximizem o desenvolvimento vegetativo, a eficiência no uso de recursos e a adaptação ao manejo adotado.

**Palavras-chave:** citricultura; espaçamento; porta-enxerto; eficiência.

## ABSTRACT

The cultivation of Valencia sweet orange has faced significant phytosanitary challenges, especially due to the spread of huanglongbing. This scenario has favored the use of less vigorous rootstocks associated with the adoption of high-density planting. Among the available rootstock options, citrandarins have stood out for producing more compact trees with good productivity. In this context, the objective of this study was to evaluate how different plant spacings influence the vegetative development of Valencia sweet orange trees grafted onto different citrandarins. Seedlings were planted under a minimum tillage system, with soil preparation restricted to the planting rows and an inter-row spacing of 6.0 meters. The experiment was arranged in a randomized block design in a split-plot scheme, with four in-row spacings (3.0 m, 2.5 m, 2.0 m, and 1.5 m) assigned to the main plots and four rootstocks [IAC 3152 Itajobi (152), IAC 3155 (155), IAC 3073 Barretos (73), and IAC 3026 Santa Amélia (26)] assigned to the subplots. There were three replicates, each consisting of five plants. Evaluations included vegetative growth, leaf gas exchange (photosynthesis, transpiration, stomatal conductance, intercellular CO<sub>2</sub> concentration, and water use efficiency), and root system development. The 3.0 m spacing favored canopy diameter and volume growth as well as root development, with emphasis on rootstocks 152 and 26. Rootstock 73 showed greater physiological efficiency under high-density planting (1.5 m), with lower transpiration, stomatal conductance, and internal CO<sub>2</sub> concentration, without compromising photosynthesis, indicating a water-saving strategy. It is concluded that rootstock selection should consider not only its general adaptation, but also its physiological behavior and growth pattern under different planting densities, seeking combinations that maximize vegetative development, resource use efficiency, and adaptation to the adopted management system.

**Keywords:** citriculture; spacing; rootstock; efficiency.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Área experimental - pomar de laranja valência, enxertada em citrandarins, localizado no Centro de Citricultura Sylvio Moreira (Instituto Agrônomo-IAC) em Cordeirópolis, São Paulo, 2025. .... 17
- Figura 2.** Pomar recém-plantado com mudas de laranja valência, enxertada em citrandarin, com espaçamento de 6,0 metros entrelinhas. .... 18
- Figura 3.** Avaliação da altura da planta de laranja Valência..... 20
- Figura 4.** Avaliações da fotossíntese (A), transpiração (E), condutância estomática (gs), concentração intercelular de CO<sub>2</sub> (Ci) feitas pelo analisador portátil de gases por infravermelho. .... 21
- Figura 5.** (A) Abertura do buraco para instalação do minirrizotron, (B) Tubo instalado. .... 22
- Figura 6.** (A) Scanner de raízes CI-600, sendo colocado nos minirrizotrons. (B) capturando imagens do interior dos tubos de acesso em profundidades de 0–20 cm. 22
- Figura 7.** Imagem do sistema radicular obtida pelo Scanner de raízes CI-600. .... 23
- Figura 8.** Variação percentual relativa da altura (VPRA) da copa da laranja Valência enxertada em quatro porta-enxertos - citrandarin IAC 3152 Itajobi (152), IAC 3155 (155), IAC 3073 Barretos (73) e IAC 3026 Santa Amélia (26) - cultivadas sob quatro espaçamentos entre plantas: 1,5 m, 2,0 m, 2,5 m e 3,0 m. .... 24
- Figura 9.** Variação percentual relativa do diâmetro (VPRD) da copa da laranja Valência enxertada em quatro porta-enxertos - citrandarin IAC 3152 Itajobi (152), IAC 3155 (155), IAC 3073 Barretos (73) e IAC 3026 Santa Amélia (26) - cultivadas sob quatro espaçamentos entre plantas: 1,5 m, 2,0 m, 2,5 m e 3,0 m. .... 25
- Figura 10.** Variação percentual relativa do volume (VPRV) da copa da laranja Valência enxertada em quatro porta-enxertos - citrandarin IAC 3152 Itajobi (152), IAC 3155 (155), IAC 3073 Barretos (73) e IAC 3026 Santa Amélia (26) - cultivadas sob quatro espaçamentos entre plantas: 1,5 m, 2,0 m, 2,5 m e 3,0 m. .... 26
- Figura 11.** Fotossíntese - A ( $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) de folhas da copa da laranja Valência enxertada em quatro porta-enxertos – IAC 3155 (155), IAC 3152 Itajobi (152), IAC 3073 Barretos (73) e IAC 3026 Santa Amélia (26) – cultivadas sob dois espaçamentos entre plantas: 3,0 m e 1,5 m. .... 27
- Figura 12.** Transpiração - E ( $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) de folhas da copa da laranja Valência enxertada em quatro porta-enxertos – IAC 3155 (155), IAC 3152 Itajobi (152), IAC 3073 Barretos (73) e IAC 3026 Santa Amélia (26) – cultivadas sob dois espaçamentos entre plantas: 3,0 m e 1,5 m. .... 28
- Figura 13.** Condutância estomática - gs ( $\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) de folhas da copa da laranja Valência enxertada em quatro porta-enxertos – IAC 3155 (155), IAC 3152 Itajobi (152), IAC 3073 Barretos (73) e IAC 3026 Santa Amélia (26) – cultivadas sob dois espaçamentos entre plantas: 3,0 m e 1,5 m. .... 30

**Figura 14.** Concentração de  $\text{CO}_2 - \text{Ci}$  (ppm) de folhas da copa da laranjeira Valência enxertada em quatro porta-enxertos – IAC 3155 (155), IAC 3152 Itajobi (152), IAC 3073 Barretos (73) e IAC 3026 Santa Amélia (26) – cultivadas sob dois espaçamentos entre plantas: 3,0 m e 1,5 m. .... 31

**Figura 15.** Eficiência no uso de água - EUA ( $\text{E}\% \text{H}_2\text{O}$ ) de folhas da copa da laranjeira Valência enxertada em quatro porta-enxertos – IAC 3155 (155), IAC 3152 Itajobi (152), IAC 3073 Barretos (73) e IAC 3026 Santa Amélia (26) – cultivadas sob dois espaçamentos entre plantas: 3,0 m e 1,5 m. .... 33

**Figura 16.** Comprimento de raízes (mm) de plantas de laranjeira Valência enxertada em quatro porta-enxertos – IAC 3155 (155), IAC 3152 Itajobi (152), IAC 3073 Barretos (73) e IAC 3026 Santa Amélia (26) – cultivadas sob dois espaçamentos entre plantas: 3,0 m e 1,5 m..... 34

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	11
2	REVISÃO DE LITERATURA .....	12
2.1	A citricultura brasileira: potencial econômico e desafios fitossanitários . .....	12
2.2	Potencial do uso dos citrandarins para o cultivo adensado .....	14
3	OBJETIVOS .....	16
3.1	Objetivo geral .....	16
3.2	Objetivos específicos .....	16
4	MATERIAL E MÉTODOS .....	17
4.1	Área e delineamento experimental.....	17
4.2	Desenvolvimento vegetativo .....	18
4.3	Análise de trocas gasosas foliares.....	20
4.4	Desenvolvimento do sistema radicular.....	21
4.5	Análise dos dados.....	23
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	23
5.1	Desenvolvimento vegetativo .....	23
5.2	Análise de trocas gasosas foliares.....	26
5.3	Desenvolvimento do sistema radicular.....	33
6	CONCLUSÕES .....	34
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	36

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa a terceira posição no ranking mundial de produção de frutas, atrás apenas da China e da Índia, o Brasil se destaca principalmente na produção de laranja, sendo o maior produtor e o principal exportador de seu suco concentrado congelado (FAOSTAT, 2023), sendo a laranja valência a variedade mais utilizada para produção, devido a sua alta produtividade e qualidade dos frutos (Leite Júnior, 1992). Em 2023, foram produzidas 17,6 milhões de toneladas de laranja, cultivadas em uma área de 575 mil hectares (IBGE, 2023). De acordo com o Fundecitrus (2024), o cinturão citrícola, que compreende o estado de São Paulo e as regiões do Triângulo e Sudoeste Mineiro, foi responsável por cerca de 87% da produção nacional de laranja destinada à indústria de suco em 2023, gerando mais de 54 mil empregos diretos, com 41.357 deles localizados no estado de São Paulo. Nos últimos anos, a área cultivada tem passado por um processo de encolhimento no cinturão, porém com um aumento na densidade de planta por hectare (Revista Citricultor, 2020).

Em 2004 foram identificadas, no cinturão citrícola, plantas com sintomas de HLB (*Huanglongbing*), o que resultou na erradicação de aproximadamente 26,7 milhões de plantas entre os anos de 2005 e 2012 (Neto e Figueira, 2021). Em 2023, a doença estava presente em cerca de 38,06% dos pomares da região (Fundecitrus, 2024), o que a classifica como uma das doenças mais severas que acometem a citricultura atualmente.

O surgimento do HLB impulsionou a adoção de novas estratégias de manejo, entre as quais se destaca o plantio adensado, aliado à utilização de porta-enxertos que conferem menor porte às copas das cultivares. Esse manejo contribui para a redução do vigor das brotações permitindo um monitoramento mais eficaz dos sintomas do HLB nas plantas no campo (Stuchi e Girardi, 2010). Além disso, a redução no tamanho das plantas favorece o aumento da produtividade por unidade de área, melhora a eficiência das práticas fitossanitárias e contribui para melhor eficiência na colheita e redução dos seus custos (Stuchi et al., 2012).

O limão Cravo (*Citrus limonia* Osbeck) e o citrumelo Swingle [*C. paradisi* Macfad. cv. *Duncan* × *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.] estão entre os porta-enxertos mais amplamente utilizados na citricultura. Contudo, a predominância dessas

poucas opções genéticas pode resultar em maior susceptibilidade a pragas, doenças e estresses ambientais (Oliveira et al., 2008). A utilização restrita de genótipos compromete a resiliência dos pomares, dificultando a adaptação frente a novos desafios fitossanitários e condições adversas do ambiente. (Bastianel et al., 2010). Os citrandarins, resultantes do cruzamento entre a tangerina Sunki (*Citrus sunki* Hort. ex Tan.) e o *Poncirus trifoliata* (L.) Raf., despontam como alternativas promissoras de porta-enxerto. Esses híbridos têm demonstrado potencial para induzir menor vigor às copas, favorecendo a formação de plantas mais compactas e duráveis, ao mesmo tempo em que mantêm níveis bons de produtividade e qualidade dos frutos (Pompeu Junior, 2005).

De maneira geral, os porta-enxertos de porte reduzido possuem menor eficiência no transporte de água do solo para a copa. Estudos indicam que a condutividade hidráulica está fortemente relacionada às características anatômicas do sistema radicular, em especial ao diâmetro e à quantidade de vasos do xilema, que influenciam diretamente a eficiência do transporte de água nas raízes (Forner-Giner et al., 2014).

Assim, estudos para encontrar um espaçamento adequado para o plantio adensando de laranjeira valência, enxertados em citrandarins, se torna essencial, tendo em vista a importância da cultura para o país.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 A citricultura brasileira: potencial econômico e desafios fitossanitários**

A citricultura ocupa posição de destaque entre as principais atividades agrícolas em escala global, abrangendo a laranja e seu suco como principal fruta dessa cadeia produtiva (EMBRAPA, 2023). O Brasil se sobressai nesse cenário como o maior produtor de laranja e principal exportador de seu suco concentrado congelado. Em 2023, a produção nacional atingiu 17,6 milhões de toneladas, cultivadas em uma área de 575 mil hectares. São Paulo é o principal estado produtor de citros do Brasil, com 13,6 milhões de toneladas, correspondendo a 77,1% da produção nacional de laranja (IBGE, 2023).

Apesar de representar um setor relevante dentro do agronegócio, a citricultura enfrenta limitações impostas por fatores agronômicos, como a

incorporação de novas tecnologias; ambientais, como os efeitos das mudanças climáticas; e econômicos, relacionados às oscilações do mercado internacional de suco e o consumo interno de frutas frescas.

Assim como ocorre com a maioria das frutíferas arbóreas, os citros são propagados por meio da enxertia, na qual a cultivar copa é inserida sobre porta-enxertos previamente selecionados. A escolha desses porta-enxertos baseia-se em sua adaptação a diferentes condições edafoclimáticas e na resistência a patógenos. Na citricultura, essa prática visa conferir às variedades-copa características agrônomicas desejáveis, como o arranjo espacial da copa, resistência ou tolerância a pragas e doença e contribuindo para o desempenho produtivo e a longevidade das plantas (Pompeu Júnior, 2005). Embora os citros apresentem ampla diversidade de espécies, a produção de porta-enxertos ainda se concentra em um número limitado de variedades (Oliveira et al., 2014).

Entre os desafios associados ao melhoramento genético de citros está a expansão da atividade baseada em uma base genética bastante restrita (Oliveira et al., 2014). Diante disso, torna-se essencial ampliar a diversidade genética disponível, bem como explorar o potencial do material já existente, reforçando a importância da continuidade dos programas de melhoramento (Cristofani-Yaly et al., 2007).

A citricultura apresenta elevada vulnerabilidade à incidência de pragas e doenças. Atualmente, um dos maiores desafios do setor é o controle do psílídeo *Diaphorina citri*, inseto vetor do HLB, cuja disseminação tem provocado consideráveis prejuízos econômicos aos produtores de citros. Desde a sua detecção no Brasil, em 2004, o HLB tem se expandido de forma alarmante nas principais regiões produtoras de citros, especialmente no cinturão citrícola de São Paulo e Triângulo/Sudoeste Mineiro, onde se concentra a maior parte da produção nacional (Adami; Miranda; Barros, 2014). De acordo com os dados do monitoramento anual realizado pelo Fundecitrus, a incidência do HLB, aumentou de 38,06%, em 2023, para 44,35% em 2024, é consequência de pressão de inóculo elevada, condições climáticas favoráveis ao vetor, falhas no manejo integrado e proximidade de áreas contaminadas, abrangendo todo o cinturão citrícola, representando o sétimo ano consecutivo de avanço da doença (Fundecitrus, 2024).

O aumento da incidência do HLB tem causado impactos significativos na

sustentabilidade econômica da atividade citrícola, uma vez que o controle da doença exige estratégias rigorosas de manejo, como a erradicação de plantas doentes, uso intensivo de inseticidas e monitoramento contínuo dos pomares (Bassanezi et al., 2020). Além dos prejuízos agrônômicos, o HLB também afeta a estrutura socioeconômica da cadeia produtiva dos citros. Pequenas propriedades têm enfrentado maior dificuldade para manter a produção diante dos custos elevados de controle fitossanitário, levando à redução de áreas cultivadas e até a exclusão de produtores da atividade. Estimativas indicam que o HLB pode ocasionar perdas bilionárias ao setor, com efeitos diretos sobre o mercado de suco de laranja, no qual o Brasil é o principal exportador mundial (Adami; Miranda; Barros, 2014).

## **2.2 Potencial do uso dos citrandarins para o cultivo adensado**

O cultivo adensado em citros exige a utilização de porta-enxertos que promovam menor vigor às copas das plantas, resultando em indivíduos de porte reduzido. Essa característica é vantajosa, pois permite maior densidade de plantio, o que pode elevar a produtividade por área cultivada. Além disso, plantas mais compactas otimizam diversas práticas de manejo, como a colheita, a aplicação de defensivos, a inspeção sanitária, contribuindo para a eficiência no combate a pragas e doenças e a erradicação de indivíduos comprometidos, facilitando o controle do HLB (Stuchi et al., 2012).

Nos últimos anos, os porta-enxertos ananizantes, especialmente os híbridos do grupo dos citrandarins, têm ganhado destaque por sua capacidade de induzir menor vigor às copas, favorecendo o cultivo adensado e o manejo fitossanitário mais eficiente. Os citrandarins resultam do cruzamento entre a tangerina Sunki e o *P. trifoliata* reunindo características desejáveis de ambos os genitores. Da tangerina Sunki herdam a rusticidade, boa adaptação a solos ácidos e tolerância a condições climáticas adversas. Do *P. trifoliata* herdam a resistência a doenças do sistema radicular, como a tristeza dos citros e a podridão de raízes, além de conferirem menor vigor às plantas enxertadas (Cristofani-Yaly et al., 2007).

Entre os principais benefícios associados ao uso de citrandarins ananizantes, destacam-se a formação de plantas compactas, com boa longevidade e produtividade, além de uma performance satisfatória em relação

à qualidade dos frutos. Essas características tornam os citrandarins adequados para sistemas de plantio adensado, que têm sido adotados como uma das estratégias para enfrentar os desafios impostos pela disseminação do HLB (Oliveira et al., 2014).

Diversos híbridos de citrandarins ananicanos vêm sendo avaliados por instituições de pesquisa, como o Centro de Citricultura Sylvio Moreira/IAC, em programas de melhoramento genético voltados à identificação de materiais promissores. Esses programas buscam combinações que associem porte reduzido, resistência a estresses bióticos e abióticos, e desempenho produtivo compatível com as exigências do mercado (Schinor et al., 2013).

O crescimento reduzido da copa, observado em plantas enxertadas sobre porta-enxertos ananicanos, tem sido atribuído à diminuição do potencial hídrico em tecidos foliares e caulinares, quando comparadas àquelas enxertadas em materiais mais vigorosos (Brito et al., 2012). Tal comportamento pode ser consequência de uma maior resistência ao transporte de água nesses porta-enxertos, o que, durante períodos de alta demanda evaporativa, pode provocar déficit hídrico nas folhas e induzir o fechamento dos estômatos como forma de regulação fisiológica (Martínez-Cuenca et al., 2016).

Plantas enxertadas sobre porta-enxertos citrandarins geralmente apresentam menor condutância hidráulica, o que pode resultar em redução do potencial hídrico foliar em situações de alta demanda evaporativa, esse comportamento, por sua vez, pode levar ao fechamento estomático como mecanismo de proteção, afetando temporariamente a fotossíntese e a transpiração (Gomes et al., 2010).

Além da resistência ao transporte de água na zona de enxertia e das características anatômicas do xilema, especialmente em relação à quantidade e ao calibre dos vasos condutores, a dinâmica de distribuição de carboidratos dentro da planta também exerce papel determinante no seu desenvolvimento (Martínez-Alcántara et al., 2013). A redução na mobilização dos fotoassimilados das folhas para as raízes pode limitar o crescimento do sistema radicular, ao mesmo tempo em que favorece sua permanência na copa. Esse acúmulo na parte aérea tende a direcionar uma maior quantidade de assimilados aos frutos, contribuindo para a eficiência produtiva e para a qualidade final destes, observadas em plantas enxertadas sobre determinados porta-enxertos

ananicantes (Martínez-Cuenca et al., 2016).

A adoção do cultivo adensado, caracterizado pelo aumento do número de plantas por hectare, tende a elevar a demanda hídrica do pomar. Nesse contexto, torna-se estratégica a utilização de porta-enxertos ananícantes que apresentem tolerância ao estresse hídrico, especialmente quando combinados a copas de alta produtividade. Além disso, diante da crescente escassez de recursos hídricos, torna-se fundamental identificar e selecionar porta-enxertos com maior capacidade de adaptação a condições de déficit hídrico (Brito et al., 2012).

A laranjeira Valencia, amplamente difundida na citricultura brasileira devido à sua elevada produtividade e qualidade do suco, tem apresentado bom desempenho quando enxertada sobre citrandarins. Estudos conduzidos pelo Centro APTA Citros “Sylvio Moreira”/IAC demonstram que porta-enxertos como o citrandarin IAC 1710 e IAC 1697 conferem à laranjeira Valência um desenvolvimento vegetativo equilibrado, com vigor reduzido, sem comprometer a produtividade e com vantagens em relação à eficiência no uso da água e facilidade nas práticas de manejo (Cristofani-Yaly et al, 2005).

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo geral**

Determinar a influência de diferentes porta-enxertos de citrandarins, e de diferentes espaçamentos entre plantas, no o desenvolvimento vegetativo de plantas de laranjeira Valência.

#### **3.2 Objetivos específicos**

Caracterizar a fisiologia da condutância hídrica das plantas de laranjeira Valência enxertadas em diferentes citrandarins, submetidas a diferentes espaçamentos entre plantas.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Área e delineamento experimental

O estudo foi realizado em pomar de laranja valência, enxertada em citrandarins (Figura 1), localizado no Centro de Citricultura Sylvio Moreira, vinculado ao Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) em Cordeirópolis, SP (22° 27' 35" S; 47° 24' 28" W; 709 m de altitude). O plantio das mudas no pomar foi realizado no segundo semestre de 2023, sob sistema de cultivo mínimo, com preparo exclusivo das linhas de plantio e espaçamento de 6,0 metros entrelinhas (Figura 2). A implantação da cultura de cobertura na entrelinha foi realizada no final de 2023, com a semeadura da *U. ruziziensis*. A manutenção da área vem sendo realizada constantemente, com roçagem ecológica, podas de ramos ladrão, desbrotas, aplicação de inseticidas, controle de formigas cortadeiras. Além disso, foram feitas durante esse período, dois desbastes de fruto, a fim de priorizar o desenvolvimento vegetativo das plantas.



**Figura 1.** Área experimental - pomar de laranja valência, enxertada em citrandarins, localizado no Centro de Citricultura Sylvio Moreira (Instituto Agrônomo-IAC) em Cordeirópolis, São Paulo, 2025.



**Figura 2.** Pomar recém-plantado com mudas de laranja valência, enxertada em citrandarin, com espaçamento de 6,0 metros entrelinhas.

A região da localização do pomar apresenta clima subtropical, caracterizado por invernos secos com temperaturas inferiores a 18 °C e verões quentes e úmidos, com temperaturas superiores a 22 °C, de acordo com o sistema de classificação climática de Köppen-Geiger (Alvares et al. 2013). O solo foi classificado como solo Latossolo Vermelho distrófico de textura predominantemente argilosa.

O experimento foi conduzido com plantas de laranja Valência enxertadas em quatro citrandarins: IAC 3152 Itajobi (152), IAC 3155 (155), IAC 3073 Barretos (73) e IAC 3026 Santa Amélia (26), mantidas sob regime de sequeiro. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, no esquema de parcelas subdivididas, sendo os quatro espaçamentos entre plantas (3,0 m; 2,5 m; 2,0 m; e 1,5 m) distribuídos nas parcelas e os quatro porta-enxertos nas subparcelas. Foram três repetições, cada uma composta por cinco plantas.

#### **4.2 Desenvolvimento vegetativo**

O desenvolvimento vegetativo das plantas de laranja Valência foi avaliado por meio de medições da altura e diâmetro da copa. As mensurações

foram realizadas, mensalmente (novembro/2024 a abril/2025), com régua graduada efetuando-se medições paralelas ao eixo de crescimento geopositivo da copa (altura) (Figura 3) e paralelas ao solo na altura de 1,5 m (diâmetro).

O volume de copa foi calculado por meio da equação apresentada por Mendel (1956):  $V = 2/3 \pi \cdot R^2 \cdot H$ , onde: V: volume de copa ( $m^3$ ); R: raio médio da copa da planta (m); H: altura da planta (m),  $\pi \approx 3,1416$ .

Com base nos dados de altura, diâmetro e volume da copa, foi calculada a variação percentual relativa dessas variáveis. A variação foi determinada a partir da diferença entre a última medição (abril/2025) e a primeira medição (novembro/2024), utilizando a seguinte equação:

$$\text{Variação percentual relativa (\%)} = \frac{D \times 100}{V}, \text{ onde:}$$

D: diferença entre os valores medidos no último e no primeiro mês;

V: valor da primeira medição.

Os resultados foram expressos em porcentagem (%) e, posteriormente, utilizados para a análise estatística dos efeitos dos tratamentos.



**Figura 3.** Avaliação da altura da planta de laranjeira Valência (Cordeirópolis-Sp 2025).

#### **4.3 Análise de trocas gasosas foliares**

As avaliações foram realizadas durante o período de inverno (junho de 2025). Foram mensuradas a fotossíntese (A), a transpiração (E), a condutância estomática (gs), a concentração intercelular de CO<sub>2</sub> (Ci) e a eficiência no uso de água (EUA)(E/g<sub>s</sub>). As análises foram realizadas na folha intermediária completamente expandida, utilizando um analisador portátil de trocas gasosas por infravermelho (LCpro, ADC, Hoddesdon, Reino Unido) (Figura 4). Para cada tratamento, foram avaliadas duas folhas por planta, em uma planta por repetição. Os ensaios foram conduzidos em plantas cultivadas com espaçamentos de 3,0 metros e 1,5 metro entre plantas, a fim de se obter maior contraste nas comparações dos efeitos sobre o desenvolvimento vegetal. As avaliações foram realizadas entre 8h e 10h da manhã, sob temperatura ambiente, pressão parcial de dióxido de carbono e de vapor d'água do ar. A radiação fotossinteticamente ativa (PAR), no valor de 1.000  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  foi fornecida por uma unidade de luz acoplada à câmara foliar.



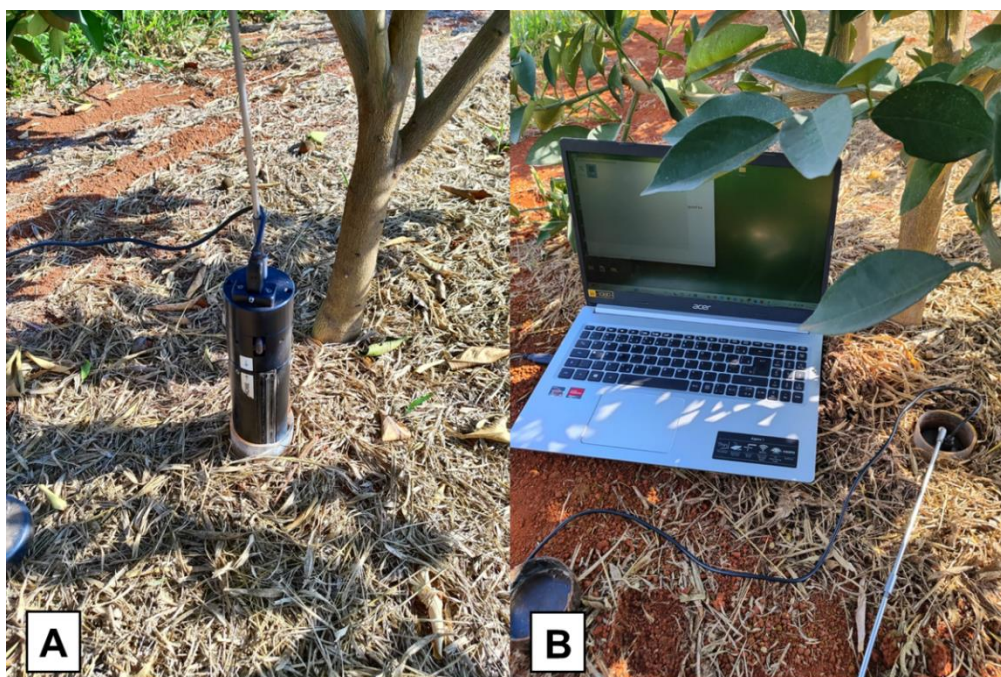
**Figura 4.** Avaliações da fotossíntese (A), transpiração (E), condutância estomática (gs), concentração intercelular de CO<sub>2</sub> (Ci) feitas pelo analisador portátil de gases por infravermelho.

#### **4.4 Desenvolvimento do sistema radicular**

Tubos acrílicos (minirrizotrons) foram instalados a 20 cm de distancia do tronco de uma planta por repetição, em outubro de 2024 (Figura 5 A e B), nos espaçamentos de 3,0 metros e 1,5 metro entre plantas, visando proporcionar maior contraste na comparação dos efeitos sobre o desenvolvimento do sistema radicular. Utilizando um scanner de raízes CI-600 (MODELO CI-600-TA66), foram capturadas imagens do interior dos tubos (Figura 6 A e B), em profundidades de 0–20 cm, em maio/2025. As imagens das raízes (Figura 7) foram analisadas por meio do software RootSnap® (CID BioScience Inc., Camas, WA, EUA), para obtenção do comprimento das raízes (mm) na área observada.



**Figura 5.** (A) Abertura do buraco para instalação do minirrizotron, (B) Tubo instalado.



**Figura 6.** (A) Scanner de raízes CI-600, sendo colocado nos minirrizotrons. (B) capturando imagens do interior dos tubos de acesso em profundidades de 0–20 cm.



**Figura 7.** Imagem do sistema radicular obtida pelo Scanner de raízes CI-600.

#### **4.5 Análise dos dados**

Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Quando identificada interação significativa entre espaçamento e porta-enxerto, realizou-se análise de regressão. A escolha dos modelos foi baseada no coeficiente de determinação ( $R^2$ ), sendo todas as análises realizadas com o auxílio do software AgroEstat.

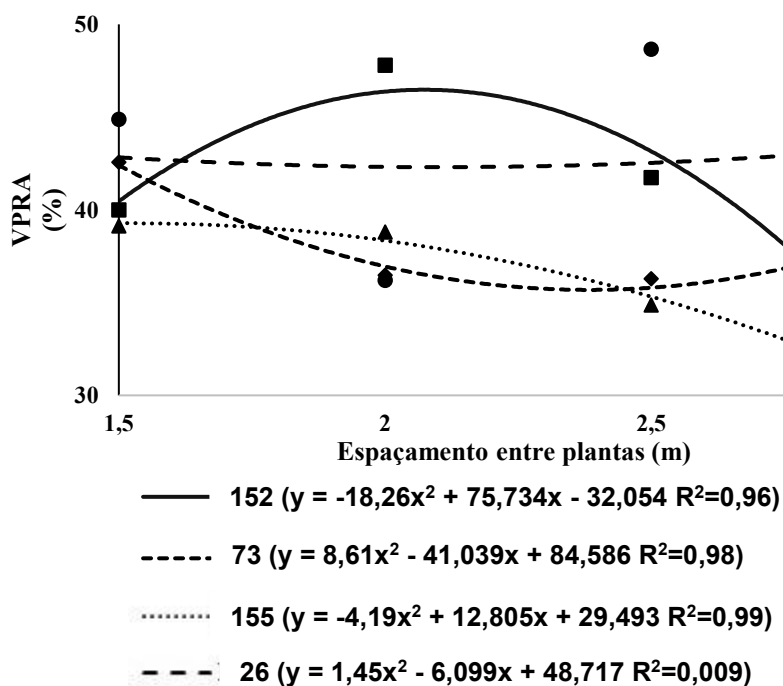
### **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **5.1 Desenvolvimento vegetativo**

No espaçamento de 3,0 metros entre plantas, as laranjeiras Valência enxertadas nos citrandarins IAC 3152 Itajobi (152) e IAC 3155 (155) apresentaram menor variação percentual relativa da altura (VPRA) em comparação ao espaçamento de 1,5 metro (Figura 8), possivelmente em função da menor competição entre plantas, o que pode reduzir o estiolamento e favorecer um padrão de crescimento mais horizontal.

Nas plantas enxertadas no porta-enxerto IAC 3073 Barretos (73), também foi observada uma tendência de redução na VPRA com o aumento do espaçamento entre plantas (Figura 8), embora de forma menos acentuada em relação às combinações com os porta-enxertos 152 e 155. Esses resultados evidenciam a sensibilidade dessa combinação copa/porta-enxerto ao arranjo espacial no campo.

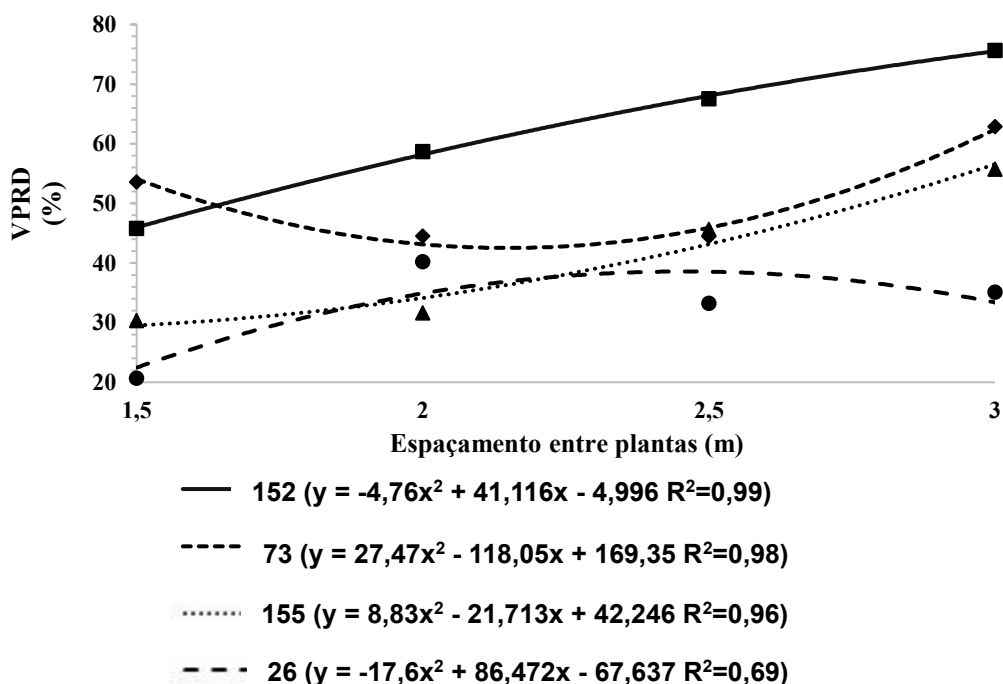
Por outro lado, nas plantas enxertadas no citrandarin IAC 3026 Santa Amélia (26), a VPRA manteve-se praticamente constante entre os diferentes espaçamentos avaliados (Figura 8), indicando que o crescimento em altura dessas plantas é menos influenciado pelo adensamento, sugerindo uma maior estabilidade fisiológica ou adaptabilidade a distintas densidades de plantio.



**Figura 8.** Variação percentual relativa da altura (VPRA) da copa da laranjeira Valência enxertada em quatro porta-enxertos - citrandarin IAC 3152 Itajobi (152), IAC 3155 (155), IAC 3073 Barretos (73) e IAC 3026 Santa Amélia (26) - cultivadas sob quatro espaçamentos entre plantas: 1,5 m, 2,0 m, 2,5 m e 3,0 m.

As plantas enxertadas no porta-enxerto IAC 3152 Itajobi (152) apresentaram os maiores valores de variação percentual relativa do diâmetro (VPRD) nos espaçamentos de 2,0; 2,5 e 3,0 metros (Figura 9). De modo geral, no espaçamento de 3,0 metros entre plantas, todas as combinações copa/porta-

enxerto registraram valores mais elevados de VPRD em comparação ao espaçamento de 1,5 metro (Figura 9), sugerindo que a maior disponibilidade de área entre plantas favoreceu a expansão lateral da copa, resultando em um desenvolvimento mais equilibrado e vigoroso da parte aérea.

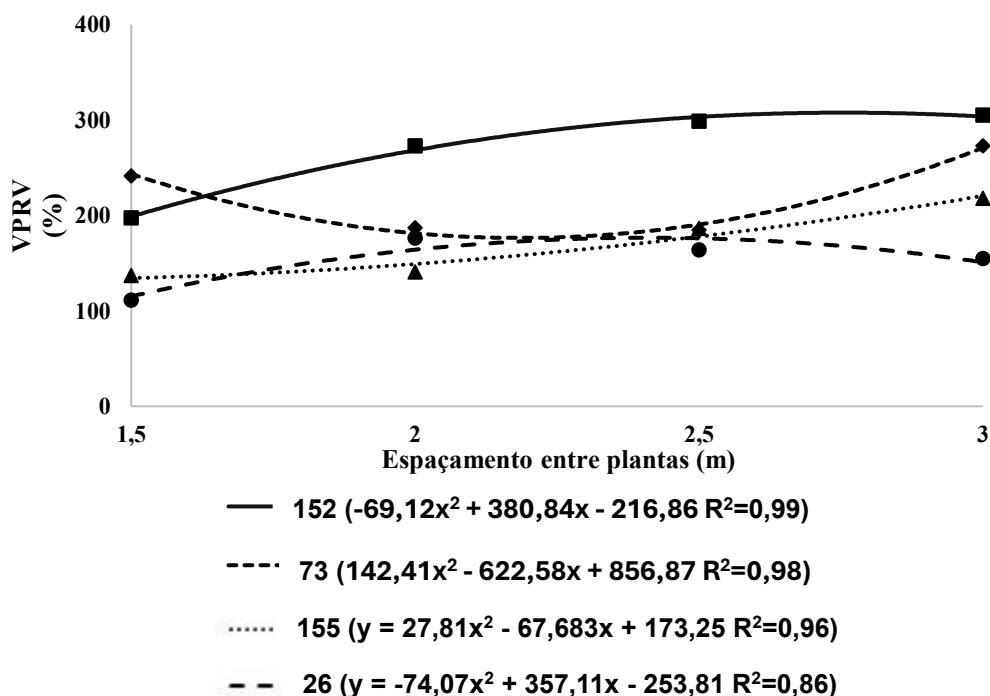


**Figura 9.** Variação percentual relativa do diâmetro (VPRD) da copa da laranjeira Valência enxertada em quatro porta-enxertos - citrandarin IAC 3152 Itajobi (152), IAC 3155 (155), IAC 3073 Barretos (73) e IAC 3026 Santa Amélia (26) - cultivadas sob quatro espaçamentos entre plantas: 1,5 m, 2,0 m, 2,5 m e 3,0 m.

De forma semelhante, as plantas enxertadas no porta-enxerto 152 também apresentaram os maiores valores de variação percentual relativa do volume (VPRV) nos espaçamentos de 2,0; 2,5 e 3,0 metros (Figura 10). Ademais, todas as combinações copa/porta-enxerto apresentaram VPRV superior no espaçamento de 3,0 metros em relação ao de 1,5 metro (Figura 10), indicando que, sob menor competição por espaço e recursos, as plantas apresentaram maior capacidade de expansão da copa, refletida no incremento de volume mais expressivo.

As plantas enxertadas no porta-enxerto 26 apresentaram os menores valores de VPRD e do VPRV, no espaçamento de 3,0 metros (Figuras 9 e 10), sugerindo menor aproveitamento lateral do solo e menor plasticidade

morfológica da copa. Conforme destacado por Schäfer et al. (2001), os porta-enxertos diferem significativamente quanto à distribuição e eficiência do sistema radicular, o que influencia diretamente o crescimento vegetativo da parte aérea.

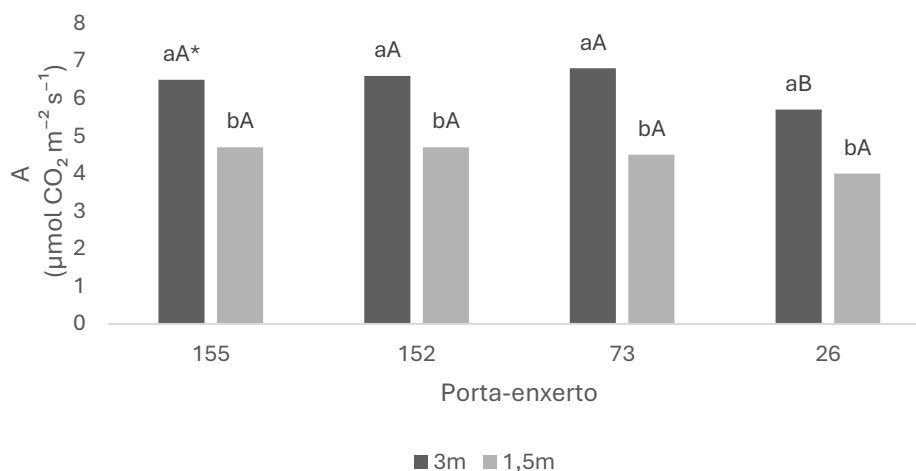


**Figura 3.** Variação percentual relativa do volume (VPRV) da copa da laranjeira Valência enxertada em quatro porta-enxertos - citrandarin IAC 3152 Itajobi (152), IAC 3155 (155), IAC 3073 Barretos (73) e IAC 3026 Santa Amélia (26) - cultivadas sob quatro espaçamentos entre plantas: 1,5 m, 2,0 m, 2,5 m e 3,0 m.

## 5.2 Análise de trocas gasosas foliares

Todas as combinações entre copa e porta-enxertos apresentaram maiores taxas fotossintéticas no espaçamento de 3,0 metros, em comparação ao espaçamento de 1,5 metro (Figura 11). Esse resultado pode ser atribuído à menor incidência de sombreamento e à maior disponibilidade de luz nas copas das plantas cultivadas em maiores espaçamentos, o que favorece a atividade fotossintética (Pilau e Angelocci, 2015). Em espaçamentos mais adensados, como o de 1,5 metro, é comum a ocorrência de competição por recursos como luz, água e nutrientes, o que pode resultar em redução da taxa fotossintética, especialmente nas folhas localizadas em regiões mais sombreadas da copa (Pilau e Angelocci, 2015).

Entre os porta-enxertos, no espaçamento de 3,0 metros, as folhas das copas de laranjeira Valência enxertadas no porta enxerto IAC 3026 Santa Amélia (26) apresentaram a menor taxa fotossintética em comparação às plantas enxertadas nos demais porta-enxertos (Figura 11). No entanto, no espaçamento de 1,5 metro, não foram observadas diferenças significativas na taxa fotossintética entre os porta-enxertos (Figura 11).



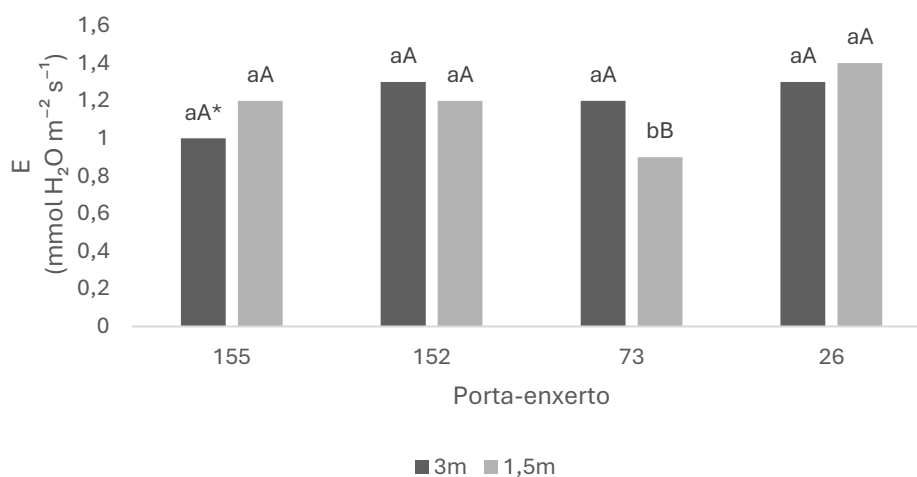
**Figura 4.** Fotossíntese - A ( $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) de folhas da copa da laranjeira Valência enxertada em quatro porta-enxertos – IAC 3155 (155), IAC 3152 Itajobi (152), IAC 3073 Barretos (73) e IAC 3026 Santa Amélia (26) – cultivadas sob dois espaçamentos entre plantas: 3,0 m e 1,5 m.

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si entre espaçamentos, dentro de cada porta-enxerto, e médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre si entre porta-enxertos, dentro de cada espaçamento, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As folhas das copas de laranjeira Valência enxertadas no porta-enxerto IAC 3073 Barretos (73) apresentaram menor transpiração no espaçamento de 1,5 metro, em comparação ao espaçamento de 3,0 metros (Figura 12). No espaçamento de 3,0 metros, não foram observadas diferenças significativas na transpiração nas folhas das copas de laranjeira Valência enxertadas no diferentes porta-enxertos (Figura 12).

No espaçamento de 1,5 metro, as plantas enxertadas no porta-enxerto IAC 3073 Barretos (73) apresentaram menor transpiração em comparação às enxertadas nos demais porta-enxertos (Figura 12). Esse resultado sugere que o

porta-enxerto 73 possui um maior controle estomático em condições de maior adensamento, comparado aos demais porta-enxertos avaliados, o que pode ser vantajoso em ambientes com restrição hídrica ou em pomares onde a competição por água é mais intensa. Esses dados evidenciam que a transpiração é influenciada pelo tipo de porta-enxerto, indicando que este desempenha um papel modulador na perda de água pelas plantas (Vellame; Coelho; Tolentino, 2012).



**Figura 5.** Transpiração - E (mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) de folhas da copa da laranjeira Valência enxertada em quatro porta-enxertos – IAC 3155 (155), IAC 3152 Itajobi (152), IAC 3073 Barretos (73) e IAC 3026 Santa Amélia (26) – cultivadas sob dois espaçamentos entre plantas: 3,0 m e 1,5 m.

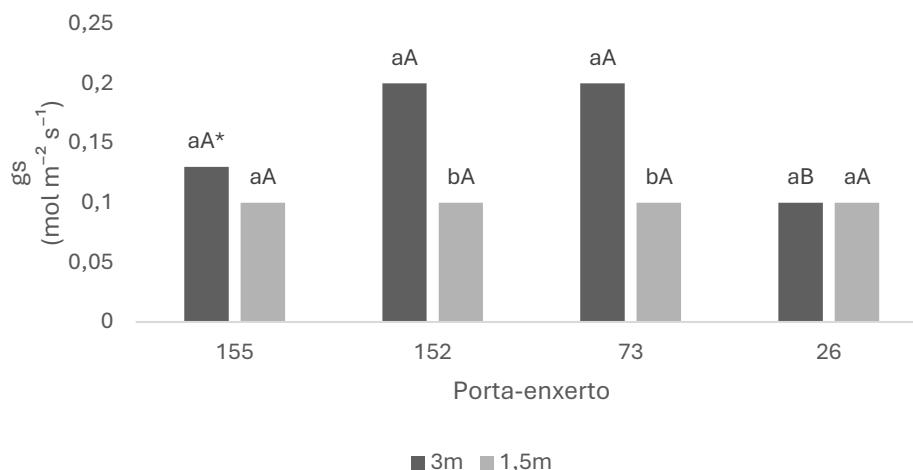
\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si entre espaçamentos, dentro de cada porta-enxerto, e médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre si entre porta-enxertos, dentro de cada espaçamento, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A condutância estomática das copas de laranjeira Valência enxertadas nos porta-enxertos IAC 3152 Itajobi (152) e IAC 3073 Barretos (73) foi menor quando as plantas estavam no espaçamento 1,5 m, comparado ao espaçamento 3,0 metros (Figura 13). Esses dados sugerem que os porta-enxertos 152 e 73 são sensíveis ao adensamento, podendo fechar parcialmente seus estômatos para reduzir a perda de água por transpiração em condições em que há maior competição por recursos, como luz e água.

Nas copas de laranja Valência enxertadas nos porta-enxertos IAC 3155 (155) e IAC 3026 Santa Amélia (26) não houve diferença entre a condutância estomática entre os espaçamentos (Figura 13) o que pode indicar um comportamento menos responsivo ao adensamento, o que pode ser interessante em sistemas com manejo hídrico bem controlado.

De forma semelhante ao observado por Machado et al. (2002), que relataram ausência de diferenças significativas na condutância estomática entre diferentes porta-enxertos em laranja Valência sob boas condições hídricas, neste estudo também não foram verificadas diferenças na gs entre os porta-enxertos avaliados no espaçamento mais adensado (1,5 m). Esse comportamento pode indicar uma resposta fisiológica mais conservadora, especialmente sob manejo hídrico controlado, sendo potencialmente vantajoso em sistemas de alta densidade. No espaçamento de 3,0 metros, as plantas enxertadas no porta-enxerto IAC 3026 Santa Amélia (26) apresentaram menor condutância estomática em comparação às enxertadas nos demais porta-enxertos (Figura 13).

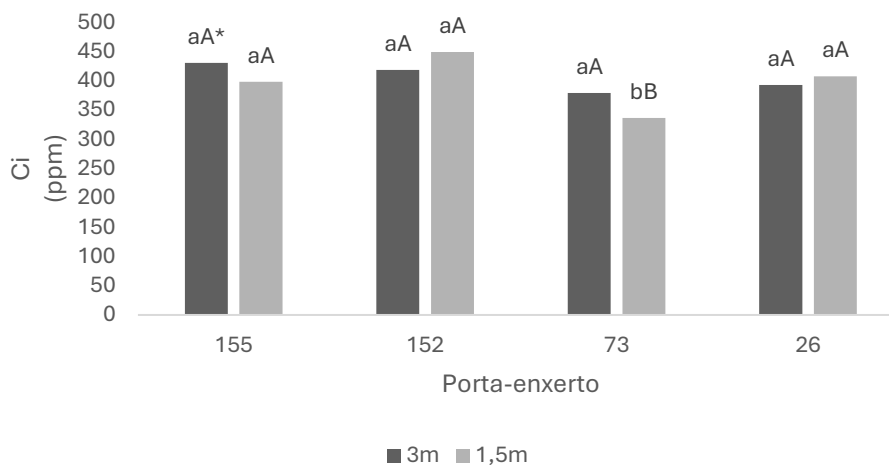
Esses resultados destacam a importância da condutância estomática como indicador fisiológico na escolha de porta-enxertos. A redução da condutância estomática em porta-enxertos como 152 e 73 em maior densidade pode indicar estratégias de economia de água, importantes para manter o desempenho da planta sob possíveis estresses abióticos, como déficit hídrico.



**Figura 6.** Condutância estomática -  $gs$  ( $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) de folhas da copa da laranjeira Valência enxertada em quatro porta-enxertos – IAC 3155 (155), IAC 3152 Itajobi (152), IAC 3073 Barretos (73) e IAC 3026 Santa Amélia (26) – cultivadas sob dois espaçamentos entre plantas: 3,0 m e 1,5 m.

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si entre espaçamentos, dentro de cada porta-enxerto, e médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre si entre porta-enxertos, dentro de cada espaçamento, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As folhas das laranjeiras Valência enxertadas nos porta-enxertos IAC 3155 (155), IAC 3152 Itajobi (152) e IAC 3026 Santa Amélia (26) não apresentaram diferenças significativas na concentração de  $\text{CO}_2$  foliar entre os espaçamentos avaliados (Figura 14). Esses resultados sugerem que, nesses porta-enxertos, a assimilação de  $\text{CO}_2$  permaneceu estável, mesmo com a redução no espaçamento entre plantas, indicando que o suprimento de  $\text{CO}_2$  nos tecidos foliares foi suficiente para sustentar as funções fisiológicas básicas das plantas. A concentração de  $\text{CO}_2$  foliar nas folhas das laranjeiras Valência enxertadas no porta-enxerto IAC 3073 Barretos (73) foi menor no espaçamento 1,5 m, comparado ao espaçamento 3,0 metros (Figura 14).



**Figura 7.** Concentração de  $\text{CO}_2$  –  $C_i$  (ppm) de folhas da copa da laranjeira Valência enxertada em quatro porta-enxertos – IAC 3155 (155), IAC 3152 Itajobi (152), IAC 3073 Barretos (73) e IAC 3026 Santa Amélia (26) – cultivadas sob dois espaçamentos entre plantas: 3,0 m e 1,5 m.

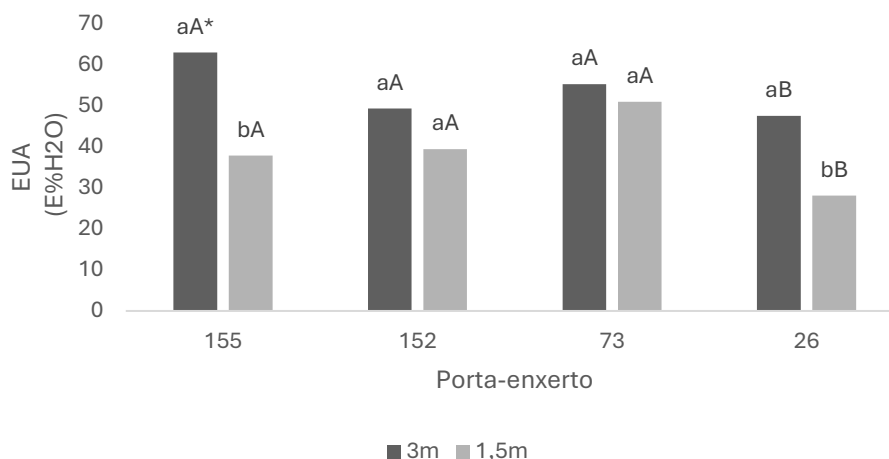
\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si entre espaçamentos, dentro de cada porta-enxerto, e médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre si entre porta-enxertos, dentro de cada espaçamento, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A eficiência no uso da água (EUA) da folha das copas de laranjeira Valência enxertadas nos porta-enxertos IAC 3155 (155) e IAC 3026 Santa Amélia (26) foi menor no espaçamento de 1,5 m, em relação ao espaçamento 3,0 m (Figura 15), evidenciando menor adaptação ao adensamento, com maior perda de água em relação ao carbono fixado. Isso pode comprometer o desempenho dessas plantas em condições de maior competição por recursos, especialmente em ambientes com limitação hídrica. As plantas enxertadas no porta-enxerto 26 apresentaram menor EUA, em relação aos demais porta-enxertos, nos espaçamentos 1,5 m e 3,0 m (Figura 15).

Os resultados fisiológicos obtidos revelam que a interação entre o porta-enxerto e o espaçamento entre plantas exerce influência significativa sobre a eficiência fotossintética e o uso da água pelas laranjeiras Valência. De maneira geral, observou-se que o espaçamento de 3,0 m proporcionou melhores condições para o desempenho fotossintético das plantas e EUA.

O porta-enxerto 73, no espaçamento 1,5, destacou-se por proporcionar menor transpiração, menor condutância estomática e menor concentração interna de CO<sub>2</sub> e, ainda assim, uma taxa fotossintética igual aos demais porta-enxertos nas mesmas condições. Esses resultados indicam uma maior eficiência fisiológica desse genótipo, sendo este mais adaptado ao cultivo adensado com uso racional de recursos hídricos. Conforme observado por Taiz et al. (2017), plantas com maior relação entre assimilação de carbono e perda de água possuem maior eficiência fisiológica, sendo preferíveis para ambientes com competição por recursos ou sob estresse hídrico.

Os porta-enxertos 155 e 26 proporcionaram redução da EUA no espaçamento de 1,5 m, indicando menor capacidade de adaptação ao adensamento, com maiores perdas de água por transpiração (Figura 15). No caso do porta-enxerto 26, esse comportamento foi ainda mais pronunciado, apresentando os menores resultados em eficiência hídrica, indicando um perfil fisiológico menos responsivo às condições de adensamento. Estudos prévios reforçam que porta-enxertos com baixa plasticidade fisiológica tendem a apresentar desempenho inferior em sistemas intensivos (Oliveira et al., 2008).



**Figura 8.** Eficiência no uso de água - EUA (E%H<sub>2</sub>O) de folhas da copa da laranjeira Valência enxertada em quatro porta-enxertos – IAC 3155 (155), IAC 3152 Itajobi (152), IAC 3073 Barretos (73) e IAC 3026 Santa Amélia (26) – cultivadas sob dois espaçamentos entre plantas: 3,0 m e 1,5 m.

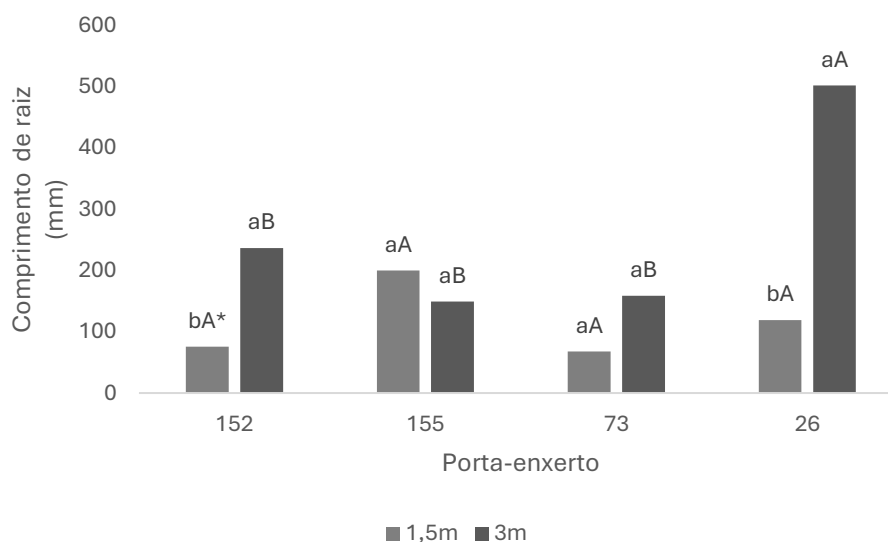
\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si entre espaçamentos, dentro de cada porta-enxerto, e médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre si entre porta-enxertos, dentro de cada espaçamento, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### 5.3 Desenvolvimento do sistema radicular

O comprimento das raízes das plantas de laranjeira Valência, cultivadas no espaçamento de 3 m, enxertadas no porta-enxerto IAC 3026 Santa Amélia (26) foi superior ao observado nas plantas enxertadas nos demais porta-enxertos (Figura 16). Esse desempenho pode estar relacionado à sua maior capacidade de explorar o solo em profundidade e lateralmente, característica desejável em ambientes de menor competição e com maior disponibilidade de espaço para expansão do sistema radicular.

As plantas enxertadas nos porta-enxertos IAC 3152 Itajobi (152) e IAC 3026 Santa Amélia (26) apresentaram maior comprimento de raízes quando plantadas no espaçamento 3,0 m (Figura 16). Esses resultados evidenciam a sensibilidade desses porta-enxertos à competição radicular, comportamento já relatado por Stuchi et al. (2003), que destacam a importância do ambiente de solo e da densidade de plantio na expressão do vigor e da arquitetura radicular.

Esses resultados reforçam que o sistema radicular responde diretamente ao ambiente imposto pelo espaçamento, e que o uso de porta-enxertos com capacidade de adaptação morfológica, como os genótipos 152 e 26, pode ser estratégico para o melhor aproveitamento dos recursos do solo.



**Figura 9.** Comprimento de raízes (mm) de plantas de laranja Valência enxertada em quatro porta-enxertos – IAC 3155 (155), IAC 3152 Itajobi (152), IAC 3073 Barretos (73) e IAC 3026 Santa Amélia (26) – cultivadas sob dois espaçamentos entre plantas: 3,0 m e 1,5 m.

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si entre espaçamentos, dentro de cada porta-enxerto, e médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre si entre porta-enxertos, dentro de cada espaçamento, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## 6 CONCLUSÕES

O maior espaçamento (3,0 m) favorece o crescimento em diâmetro e volume das plantas, bem como o desenvolvimento do sistema radicular, especialmente nos porta-enxertos 152 e 26. O porta-enxerto 73 mostrou-se fisiologicamente eficiente no plantio adensado (1,5 m), apresentando menor transpiração, menor condutância estomática e concentração interna de CO<sub>2</sub> sem comprometer a fotossíntese. Esses atributos indicam uma estratégia de economia de água, tornando-o um possível candidato a estudos de pomares de alta densidade, especialmente sob restrições hídricas. De acordo com os resultados obtidos, a combinação mais equilibrada entre desenvolvimento

vegetativo, eficiência fisiológica e radicular foi observada com o porta-enxerto IAC 3152 Itajobi (152), associado ao espaçamento de 3,0 m, sendo esta a recomendação mais indicada para sistemas convencionais. Já em sistemas de plantio adensado, o porta-enxerto IAC 3073 Barretos (73), no espaçamento de 1,5 m, apresentou melhor desempenho fisiológico, com uso mais eficiente da água.

Dessa forma, conclui-se que a escolha do porta-enxerto deve ser estratégica e alinhada ao espaçamento adotado, visando maior eficiência do sistema de cultivo.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMI, A.C.O.; MIRANDA, S.H.G.; BARROS, G.S.C. **Impacto do greening sobre o mercado internacional de suco de laranja**. In: CONGRESSO DA SOBER – SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 52., 2014, Goiânia. Anais, Goiânia: SOBER, 2014.

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.

Bassanezi RB et al. (2020) Overview of citrus huanglongbing spread and management strategies in Brazil. **Tropical Plant Pathology**, v. 45, n. 3, p. 251–264.

BASTIANEL, M. et al. Diversidade genética e melhoramento de citros. **Laranja**, v. 31, n. 1, p. 203–218, 2010.

BRITO, M. E. B. et al. Comportamento fisiológico de combinações copa/porta-enxerto de citros sob estresse hídrico. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 7, supl., p. 857–865, 2012.

CRISTOFANI, Mariângela et al. Programa de melhoramento de citros por hibridação controlada no Centro APTA Citros “Sylvio Moreira”/IAC em 1997–2005. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 26, n. 1, p. 121–134, 2005.

CRISTOFANI-YALY, M. et al. Seleção de citrandarins (tangerina Sunki vs. *Poncirus trifoliata*) para porta-enxertos de citros. **Laranja**, v. 28, p. 71–79, 2007.

DE SOUZA, A. J. B. et al. Physiological and productivity responses of Tahiti acid lime grafted onto dwarfing rootstocks under different planting and mulching practices. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 9, 2025.

EMBRAPA. **Citros**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, [s.d.]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/mandioca-e-fruticultura/cultivos/citros>. Acesso em: 5 maio 2025.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **FAOSTAT**. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/>. Acesso em: 09 abr. 2025.

FORNER-GINER, M. A. et al. Performance of Navel orange trees grafted onto two new dwarfing rootstocks (Forner-Alcaide 517 and Forner-Alcaide 418). **Scientia Horticulturae**, New York, v. 179, p. 376–387, 2014.

FUNDECITRUS – Fundo de Defesa da Citricultura. **Incidência de greening chega a 44% no cinturão citrícola do estado de São Paulo e Triângulo/Sudoeste Mineiro**. 2024. Disponível em: <https://www.fundecitrus.com.br/comunicacao/noticias/integra/incidencia-de-greening-chega-a-44-no-cinturao-citricola-do-estado-de-sao-paulo-e-triangulosudoeste-mineiro/1654>. Acesso em: 14 abr. 2025.

FUNDO DE DEFESA DA CITRICULTURA (Fundecitrus). **Estimativa da safra de laranja 2024/25 do cinturão citrícola de São Paulo e Triângulo/Sudoeste Mineiro: cenário em maio/2024**. Araraquara: Fundecitrus, 2024. Disponível em: [https://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes\\_relatorios/2024\\_05\\_10\\_Estimativa\\_do\\_Cinturao\\_Citricola\\_2024-2025.pdf](https://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes_relatorios/2024_05_10_Estimativa_do_Cinturao_Citricola_2024-2025.pdf). Acesso em: 5 maio 2025.

GOMES, J. W. P. et al. Anatomia do xilema e condutividade hidráulica em porta-enxertos de citros com diferentes tamanhos de copa. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 3, p. 806–812, 2010.

GUERREIRO NETO, G.; FIGUEIRA, S. R. F. Maior dificuldade fitossanitária à produção da laranja no principal cinturão citrícola brasileiro - safras de 2017 a 2019. **Citrus Research & Technology**, v.42, 1066, 2021.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Laranja**, São Paulo. 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/laranja/sp>. Acesso em: 5 maio 2025.

LEITE JR, R. P. L. Cultivares de copa e porta-enxertos. In: IAPAR. **A citricultura no Paraná** Londrina: IAPAR, 1992. p. 91-116. (Circular, 72).

MACHADO, E. C. et al. Variação sazonal da fotossíntese, condutância estomática e potencial da água na folha de laranjeira 'Valência'. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 1, p. 53–58, jan./mar. 2002.

MARTÍNEZ-ALCÁNTARA, B. et al. Relationship between hydraulic conductance and citrus dwarfing by the Flying Dragon rootstock (*Poncirus trifoliata* L. Raft ívar. monstruosa). **Trees**, v. 27, p. 629–638, 2013.

Mendel K (1956) Roostock-scion relationships in Shamouti trees on light soil. **Katavim: records of the agricultural research station**, 6, 35-38.

OLIVEIRA, R. P. de et al. Melhoramento genético de plantas cítricas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 35, n. 281, p. 22–29, jul./ago. 2014.

OLIVEIRA, R. P. DE et al. **Porta-enxertos para citros**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008. 47 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 226).

PILAU, F. G.; ANGELOCCI, L. R. Área foliar e interceptação de radiação solar pela copa de uma laranjeira. **Bragantia**, Campinas, v. 74, n. 4, p. 476–482, 2015.

POMPEU JUNIOR, J. Porta-enxertos para citros. **Laranja**, v. 26, n. 1, p. 75–90, 2005.

POMPEU JUNIOR, J. **Porta-enxertos**. In: MATTOS JUNIOR, D. de et al. (Ed.). Citros. Campinas: Instituto Agrônômico e Fundag. cap. 4, p. 61–104, 2005.

REVISTA CITRICULTOR. **Produção de laranja e estimativa da safra 2020/21**. No. 52, junho 2020, p. 8–11.

SCHÄFER, G.; BASTIANEL, M.; DORNELLES, A. L. C. Porta-enxertos utilizados na citricultura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 4, p. 723–733, 2001.

SCHINOR, E. H. et al. Sunki Mandarin vs Poncirus trifoliata hybrids as rootstocks for Pera sweet orange. **Journal of Agricultural Science**, v. 5, n. 6, p. 190–200, 2013.

STUCHI, E. S.; GIRARDI, E. A. **Utilização de práticas culturais na citricultura frente ao Huanglongbing**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010. 77 p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura – Documentos, 191).

STUCHI, E. S. et al. Desenvolvimento vegetativo e produtividade de laranjeiras 'Valência' sobre diferentes porta-enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 2, p. 331–335, 2003.

STUCHI, E.S.; GIRARDI, E.A.; SEMPIONATO, O.R.; REIFF, E.T.; SILVA, S.R.; PAROLIN, L.G. **Trifoliata Flying dragon: porta-enxerto para plantios adensados e irrigados de laranjeiras doces de alta produtividade e sustentabilidade**. Cruz da Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2012. (Comunicado Técnico, 152).

TAIZ, L. et al. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

VELLAME, L.M.; COELHO, R.D.; TOLENTINO, J.B. Transpiração de plantas jovens de laranjeira 'Valência' sob porta-enxerto limão 'Cravo' e citrumelo 'Swingle' em dois tipos de solo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 1, p. 24–32, mar. 2012.