



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



PEDRO HENRIQUE MENEGAZZO ZECHIN

**DOSES DE NITROGÊNIO PARA PLANTAS JOVENS DE LARANJA
VALÊNCIA ENXERTADAS EM CITRANDARINS**

ARARAS - 2025



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



PEDRO HENRIQUE MENEGAZZO ZECHIN

**DOSES DE NITROGÊNIO PARA PLANTAS JOVENS DE LARANJA
VALÊNCIA ENXERTADAS EM CITRANDARINS**

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

Orientadora: Prof^a Dr^a Patrícia Marluci da Conceição

Coorientador: Dr. Fernando Trevisan Devite

ARARAS – 2025

**Dedico este trabalho à minha querida avó
Maria José Antognolli Zechin (*in memoriam*),
cuja sabedoria, amor e exemplo de força
sempre iluminaram meu caminho.**

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me guia e me protege sempre.

Aos meus pais, Adalberto Zechin e Márcia Cristina Menegazzo Zechin, e a toda minha família que sempre estiveram ao meu lado, acreditando no meu potencial.

Agradeço aos meus avós, Osvaldo Luiz Menegazzo e Maria Laide Botelho Menegazzo que, desde pequeno, cuidaram de mim e me possibilitaram chegar aonde estou hoje.

Agradeço a Universidade Federal de São Carlos – Centro de Ciências Agrárias, pela oportunidade em cursar Engenharia Agrônoma.

Agradeço ao Dr. Fernando Alves de Azevedo e ao Centro de Citricultura Sylvio Moreira (IAC) pela confiança, pela oportunidade de estágio e pelo enriquecimento profissional.

Agradeço ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela bolsa concedida.

Ao Grupo de Desenvolvimento em Citros (GD Citros) e a todos os companheiros de jornada que compartilharam comigo esses anos de trabalho.

Agradeço a Prof^a Dr^a Patrícia Marlucci da Conceição por sua orientação, dedicação e valiosos ensinamentos ao longo desta monografia.

Agradeço a meu coorientador Dr. Fernando Trevizan Devite, por sua paciência, dedicação exemplar, sabedoria e incentivo, que foram essenciais.

Agradeço aos meus amigos, João Pedro Barros de Oliveira, Victor Paulo da Silva, Vitor Fernando Nogueira, Gustavo Henrique Colombo, Gabriel Araujo Botacin e Vinicius do Santos Silva por me auxiliarem a enfrentar os desafios e compartilhar momentos inesquecíveis, ganhando irmãos para a vida toda.

**“O sucesso é a soma de pequenos esforços
repetidos dia após dia”**

Robert Collier

RESUMO

A cultura da laranja possui grande relevância econômica para o Brasil, com uma produção destinada tanto ao consumo *in natura* quanto à indústria de sucos. Para garantir altos níveis de produtividade e qualidade, é fundamental o adequado fornecimento de nutrientes. Diante disso, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito de diferentes doses de nitrogênio (N) em plantas jovens de laranja Valência enxertadas em citrandarin. O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, com três repetições. Os porta-enxertos (IAC 3152 Itajobi, IAC 3026 Santa Amélia e IAC 3073 Barretos) foram alocados nas parcelas, enquanto as doses de nitrogênio (0, 60, 120 e 180 g planta⁻¹) constituíram as subparcelas. Nas plantas foram analisadas as seguintes variáveis: desenvolvimento vegetativo, a nutrição do solo e da planta, as trocas gasosas (fotossíntese e condutância estomática), a severidade do HLB e o teor de clorofila total. Os resultados demonstraram que não houve diferença significativa nos teores foliares de nitrogênio entre as doses aplicadas, indicando uma estabilidade nutricional nessa fase inicial de crescimento das plantas. No entanto, foram observadas diferenças nas plantas enxertadas nos diferentes porta-enxertos, sendo o IAC 3152 Itajobi o mais promissor quanto ao desenvolvimento vegetativo e à eficiência no uso da água, enquanto o IAC 3026 Santa Amélia apresentou maior suscetibilidade ao HLB. As doses de N influenciaram positivamente os teores de clorofila, revelando correlação com o aumento da atividade fotossintética. Os dados obtidos fornecem subsídios para o manejo nutricional inicial da cultura, destacando a importância da escolha do porta-enxerto e da racionalização da adubação nitrogenada em plantas jovens.

Palavras-chave: HLB, porta-enxerto, trocas gasosas, ureia.

ABSTRACT

Orange cultivation holds significant economic importance for Brazil, being intended for both fresh consumption and juice processing. To ensure high productivity and fruit quality, an adequate supply of nutrients is essential. In this context, the objective of this study was to evaluate the effect of different nitrogen (N) doses on young 'Valencia' orange plants grafted onto citrandarin rootstocks. The experiment was conducted in a randomized block design, in a split-plot scheme with three replicates. The rootstocks (IAC 3152 Itajobi, IAC 3026 Santa Amélia, and IAC 3073 Barretos) were allocated to the main plots, while the nitrogen doses (0, 60, 120, and 180 g plant⁻¹) were assigned to the subplots. The following variables were evaluated: vegetative development, soil and plant nutrition, gas exchange parameters (photosynthesis and stomatal conductance), HLB severity, and total chlorophyll content. The results showed no significant differences in leaf nitrogen content among the applied doses, indicating nutritional stability during this initial growth phase. However, differences were observed among the rootstocks, with IAC 3152 Itajobi being the most promising in terms of vegetative growth and water use efficiency, while IAC 3026 Santa Amélia showed greater susceptibility to HLB. Nitrogen doses positively influenced chlorophyll content, showing a correlation with increased photosynthetic activity. The findings provide valuable insights for the initial nutritional management of the crop, highlighting the importance of rootstock selection and the rational use of nitrogen fertilization in young plants.

Keywords: gas exchange, HLB, rootstock, urea,.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Área experimental de pomar de laranja valência, com dois anos, enxertada em citrandarins, localizado no Centro de Citricultura Sylvio Moreira (Instituto Agrônômico-IAC) em Cordeirópolis, São Paulo, 2025. 19
- Figura 2. Variação percentual relativa do volume (VPRV) da copa da laranja Valência enxertada em três porta-enxertos - citrandarin IAC 3152 Itajobi (152), citrandarin IAC 3073 Barretos (73) e citrandarin IAC 3026 Santa Amélia (26), sob doses crescentes de nitrogênio (0, 60, 120 e 180 g planta⁻¹). 23
- Figura 3. Fotossíntese - A ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) em folhas da copa de laranja Valência enxertada em três porta-enxertos - citrandarin IAC 3152 Itajobi (152), citrandarin IAC 3073 Barretos (73) e citrandarin IAC 3026 Santa Amélia (26). 25
- Figura 4. Condutância estomática - gs ($\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) em folhas da copa da laranja Valência enxertada em três porta-enxertos - citrandarin IAC 3152 Itajobi (152), citrandarin IAC 3073 Barretos (73) e citrandarin IAC 3026 Santa Amélia (26). 25
- Figura 5. Severidade de HLB (%) em folhas da copa da laranja Valência enxertada em três porta-enxertos - citrandarin IAC 3026 Santa Amélia (26), citrandarin IAC 3073 Barretos (73) e citrandarin IAC 3152 Itajobi (152). 26
- Figura 6. Clorofila total em folhas de laranja Valência enxertada em três porta-enxertos - citrandarin IAC 3152 Itajobi (152), citrandarin IAC 3073 Barretos (73) e citrandarin IAC 3026 Santa Amélia (26), sob doses de nitrogênio (0, 60, 120 e 180 g planta⁻¹). 27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores de N (g kg de folhas ⁻¹) da copa da laranja Valência enxertada em três porta-enxertos - citrandarin IAC 3152 Itajobi (152), citrandarin IAC 3073 Barretos (73) e citrandarin IAC 3026 Santa Amélia (26), sob doses crescentes de nitrogênio (0, 60, 120 e 180 g planta ⁻¹).....	24
---	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1. Laranja Valência.....	12
2.2. <i>Huanglongbing</i> (HLB).....	13
2.3. Porta-enxertos.....	14
2.4. Nutrição	16
3. OBJETIVOS.....	18
3.1. Objetivo geral	18
3.2. Objetivos específicos.....	18
4. MATERIAL E MÉTODOS	18
4.1. Área e delineamento experimental	18
4.2. Avaliações	20
4.2.1. Desenvolvimento vegetativo das plantas (variação percentual relativa do volume).....	20
4.2.2. Análises químicas de solo e da folha para determinação de nitrogênio	20
4.2.3. Análises de trocas gasosas.....	21
4.2.4. Avaliação de severidade de HLB	21
4.2.5. Avaliação de clorofila total (SPAD).....	21
4.3. Análises estatísticas	22
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
5.1. Desenvolvimento vegetativo das plantas (variação percentual relativa do volume).....	22
5.2. Análises químicas de solo e da folha para determinação de nitrogênio	23
5.3. Análise de trocas gasosas.....	24
5.4. Avaliação de severidade de HLB	26
5.5. Avaliação da clorofila total (SPAD).....	26
6. CONCLUSÃO	28
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29
ANEXO A	35

1. INTRODUÇÃO

Segundo dados da USDA (2025), o Brasil é o maior produtor de laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck), seguido da China, União Europeia e México, sendo o principal exportador de suco de laranja. Segundo dados da FAOSTAT, o Brasil, no ano de 2023, teve a cultura da laranja como a sexta colocada entre as *commodities* mais produzidas no país, apresentando um valor de 17,6 milhões de toneladas em uma área de 575.437 hectares, sendo a região sudeste a principal região produtora do país. Na safra 2024/2025, o Brasil representa cerca de 29% da produção global, com uma produção de 13 milhões de toneladas (USDA, 2025).

Dentre as espécies cítricas, a laranja doce é a de maior importância comercial, atendendo tanto ao mercado de consumo *in natura* quanto à indústria de processamento. A diversidade de variedades e grupos de maturação disponíveis permite a colheita ao longo de praticamente todo o ano, contribuindo para a estabilidade do fornecimento e o fortalecimento da cadeia produtiva (VIDAL, 2024).

Além do contexto produtivo, a infecção por HLB (huanglongbing) representa uma das maiores ameaças à citricultura brasileira. Primeiramente detectada em São Paulo em 2004, a doença se espalhou rapidamente por importantes regiões citrícolas como Minas Gerais e Paraná. Estudos recentes indicam que aproximadamente 20,9% das laranjeiras nas regiões de São Paulo e sudoeste de Minas Gerais apresentaram sintomas em 2020, evidenciando a rápida disseminação da doença. No Brasil, a adoção de um manejo integrado que inclui plantio de mudas certificadas, controle efetivo do psíldeo vetor (*Diaphorina citri*) e erradicação de plantas infectadas tem sido considerada responsável por mitigar os efeitos mais severos do HLB, permitindo a manutenção da produção mesmo em áreas afetadas. (BASSANEZI, et al. 2024).

Para a obtenção de boa produtividade e frutos de qualidade, é levado em consideração as condições disponíveis, um ponto importante é a escolha da combinação de copa×porta-enxerto que será utilizada na implantação do pomar, pois essa escolha pode afetar várias condições para o desenvolvimento da planta, como e o caso do vigor, precocidade, resistências e uniformidade do pomar. (FUNDECITRUS, 2024). Outro ponto a ser considerado é a nutrição, que tem como viés a utilização de elementos essenciais pela planta para que ela possa se desenvolver e produzir (BARROS, 2020). A adubação nitrogenada é um dos pilares do manejo nutricional em

frutíferas perenes, como é o caso da cultura dos citros, desempenhando um papel crucial no crescimento vegetal (QUAGGIO et al., 2005).

O nitrogênio (N) é essencial para a formação de proteínas, enzimas e clorofila, desempenhando um papel fundamental no crescimento e desenvolvimento de folhas, flores e frutos. Sua participação direta na fotossíntese é notável, uma vez que o aumento da concentração de N nas plantas está associado ao incremento na síntese de clorofila. Por ser um nutriente móvel, o nitrogênio é redistribuído internamente, migrando de tecidos senescentes para órgãos mais jovens. Dessa forma, sua reposição por meio da adubação torna-se crucial para garantir a manutenção da produtividade ao longo dos ciclos de cultivo (VIANA et al., 2011).

Apesar de sua importância, o aproveitamento do N aplicado via fertilizantes tende a ser limitado por perdas no solo, como lixiviação, volatilização e processos de desnitrificação (LORENSINI et al., 2012). Essas perdas exigem práticas de manejo que diminuam esses processos e aumentem a eficiência da adubação, como a escolha da fonte nitrogenada e o momento da adubação. Quando realizada de forma correta, a adubação nitrogenada não apenas assegura o desenvolvimento das plantas e a produção de frutos de alta qualidade, mas também contribui para a sustentabilidade ambiental dos sistemas agrícolas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Laranja Valência

O agronegócio brasileiro desempenha um papel fundamental na economia nacional, destacando-se como um dos principais setores responsáveis pela geração de renda, empregos. Dentre as diversas cadeias produtivas que compõem esse setor, a citricultura, especialmente a produção de laranja, ocupa posição de destaque, consolidando o Brasil como o maior produtor e exportador mundial de suco de laranja, sendo responsável por mais da metade da produção global (KROLOW; OLIVEIRA; FERRI, 2020).

A planta de laranja é uma fruta originária de regiões com o clima subtropical, pertencente à família das Rutaceae (AGUSTÍ, 2004; DONADIO et al., 2005). Trata-se de uma planta com sistema radicular pivotante, podendo possuir de 2 a 3 raízes principais em seu sistema radicular, porte médio e arbustivo, tendo como as principais cultivares plantadas as copas: Hamlin, Westin, Rubi, Pêra Rio, Valência, Folha Murcha

e Natal. No entanto, a variedade Pêra rio é a que mais se destaca no cenário atual, com aproximadamente 70% das áreas cultivadas (FUNDECITRUS, 2024).

O Brasil produz laranja em todas as suas regiões, porém, possui grande concentração na região Sudeste, especialmente pelo estado de São Paulo. A laranja Valência é uma das variedades utilizadas na cadeia de produção, destacando-se pelo seu alto teor de suco, doçura e versatilidade no consumo *in natura* e na indústria de sucos. A laranja Valência veio como uma alternativa para substituir a laranja Pêra Rio, visto que, de acordo com Carvalho et al. (2019), a laranja Pêra Rio é mais afetada por pragas e doenças, tendo como destaque o *Huanglongbing* (HLB), que causa uma menor longevidade do pomar e diminuição no rendimento de suco, levando os produtores a optarem por outras variedades.

A laranja Valência, segundo a Fundecitrus (2024), totalizou uma quantidade de 53,1 milhões de árvores produtivas na região do cinturão citrícola, no ano de 2024, seu suco é valorizado tanto para o mercado interno quanto para o mercado externo. A elevada produtividade dessa variedade concorre com variedades como Pêra Rio e Natal, ocupando um papel fundamental na dinâmica econômica e na dinâmica produtiva para a o setor citrícola (TAZIMA et al., 2008; FUNDECITRUS, 2024). Com uma boa adaptabilidade as condições climáticas, a Valência apresenta bom rendimento com relação ao teor de sólidos solúveis quando comparada a outras variedades, sendo um importante atributo quando sua produção for destinada para produção de suco concentrado congelado (QUAGGIO et al., 2006).

Com relação a sua variedade genética, a laranja Valência possui uma possibilidade maior de adaptação a outras regiões e certas resistências a doenças dentro de seus clones, como é o caso da Valência IAC e Valência Late, que apresentam uma boa produtividade e uma baixa suscetibilidade a bactéria causadora do cancro cítrico (*Xanthomonas axonopodis* pv. Citri), possibilitando também a manutenção do período de colheita sem que a oferta sofra instabilidades (CARVALHO et al., 2022)

2.2. Huanglongbing (HLB)

No Brasil, os primeiros sintomas do HLB foram identificados em 2004, na região de Araraquara, estado de São Paulo. O huanglongbing (HLB), doença causada por bactérias do gênero *Candidatus Liberibacter* spp., é transmitida no Brasil principalmente pela espécie *Candidatus Liberibacter asiaticus*, considerada a mais

comum e agressiva no país (BELASQUE JR, et al, 2009). A transmissão ocorre por meio do psílideo-do-citros (*Diaphorina citri* Kuwayama), que inocula a bactéria no floema das plantas ao se alimentar. Os sintomas mais característicos incluem queda precoce de frutos, redução da produção, manchas amareladas (“mosqueados”) nas folhas e ramos secos. Não há métodos curativos nem variedades resistentes disponíveis atualmente, o que torna o manejo altamente dependente do controle vetorial e da retirada de plantas infectadas (FAO, 2025).

A diagnose do HLB é um procedimento que necessita de atenção em razão de seus sintomas serem semelhantes a deficiências nutricionais, como é o caso do mosqueado nas folhas (VENÂNCIO, 2010). O método mais utilizado para a detecção da presença das bactérias é a utilização da reação em cadeia da polimerase (PCR), tratando-se de um procedimento que realiza uma amplificação das enzimas do fragmento de DNA das bactérias, possibilitando descobrir se ela está presente até em plantas que ainda não apresentaram sintomas (BERTOLINI et al., 2014).

Atualmente, as estratégias de manejo do HLB concentram-se principalmente na prevenção, considerada a abordagem mais viável e economicamente eficaz para o controle da doença. Essa estratégia visa impedir a introdução de material vegetal e vetores potencialmente contaminados em áreas ainda livres da bactéria. Em regiões onde a doença já está presente, são adotadas medidas como a erradicação imediata de plantas sintomáticas e a realização de inspeções sistemáticas ao longo de todo o ano, a fim de conter sua disseminação (SULZBACH et al., 2017).

2.3. Porta-enxertos

Os porta-enxertos desempenham uma função muito importante no âmbito da citricultura, podendo determinar fatores como o vigor que a planta poderá alcançar, seu potencial produtivo, possíveis resistências a fatores bióticos, abióticos e melhora na absorção de nutrientes, precocidade, uniformidade e replicação de material genético (POMPEU JÚNIOR e BLUMER, 2008). Ademais, os porta-enxertos, em conjunto com a copa, também podem influenciar nas características apresentadas no próprio fruto, como é o caso da espessura da casca, qualidade do suco, tamanho e tempo de vida útil (CRISTOFANI-YALY et al., 2007).

Ainda que a indústria citrícola tenha promovido grandes avanços ao longo do tempo, a cultura ainda é refém de uma genética estreita de porta-enxertos, tendo uma grande parte das mudas em viveiro concentradas em apenas duas variedades, o limão

cravo (*C. × limonia* Osbeck) e o citrumelo Swingle (*C. × paradisi* Macfad. × *Poncirus trifoliata*) (CARVALHO et al., 2019), vulnerabilizando a cultura para o possível surgimento de doenças que possam inviabilizar esse porta-enxerto, como foi o caso da Tristeza dos citrus em plantas enxertadas sobre laranja Azeda na década de 40 (MORAES et al., 1998).

Com o avanço do melhoramento genético, o surgimento de novos híbridos de porta-enxertos tem sido cada vez mais recorrente. Um exemplo disso são os citrandarins, que são híbridos gerados através do cruzamento entre microtangerinas, como a tangerina Sunki [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] ou a tangerina Cleópatra (*C. reshni* hort. ex Tanaka), com trifoliata. Com esses híbridos busca-se as características das microtangerinas, como é o caso do porte ananicante, possibilitando a sua utilização em plantios mais adensados, tolerância ao declínio e ao viroide do exocorte. As características provenientes dos trifoliatas seriam resistência ao nematoide dos citros, resistência ao vírus da tristeza e a gomose de *Phytophthora spp.* (SCHINOR et al., 2017).

Estudos realizados em São Paulo demonstraram que a laranja Valência enxertada em citrandarins, apresentaram produção de frutos significativamente superior à de porta-enxertos, como os citranges Troyer e Carrizo. Além de possibilitar um porte menor, os citrandarins também mostraram resistência à gomose e não apresentaram sintomas de suscetibilidade à tristeza ou ao declínio. Esses resultados indicam que os citrandarins podem ser uma alternativa promissora para a citricultura brasileira (BLUMER e POMPEU JUNIOR, 2005).

Como exemplos de citrandarins introduzidos no mercado, temos os desenvolvidos pelo Centro de Citricultura Sylvio Moreira, como Itajobi, Pindorama e Santa Amélia, que atualmente ocupam um lugar importante no manejo sustentável nos pomares de citros. O Santa Amélia, se destaca por apresentar resistência ao declínio dos citros, um desempenho produtivo consistente e um porte ananicante, sendo utilizado em plantios adensados e manejo intensivo (CARVALHO et al., 2021). O Itajobi se destaca por sua tolerância a condições edafoclimáticas variadas, uma boa compatibilidade com diversas variedades comerciais de laranja, possibilitando outras opções para o produtor e um porte semi-ananicante (PASSOS, et al., 2019). O Pindorama, por sua vez, é uma variedade muito bem adaptada a solos com textura arenosa e regiões com baixa pluviosidade, possibilitando o cultivo de laranja em áreas com índices baixos de água, além de seu porte vigoroso (AMORIM et al., 2018).

Existem variedades de citrandarins desenvolvidas pela Embrapa, como é o caso do San Diego, Riverside e Índio, que se destacaram por causa de sua resistência a doenças e por serem pouco susceptíveis as variações edafoclimáticas das regiões. O Riverside, tem como característica principal uma alta produtividade e um vigor elevado (RODRIGUES et al., 2015). Outro híbrido é a variedade Índio, que se destaca por gerar uma precocidade maior na copa e um tamanho elevado (BUFFON et al., 2021). O San Diego, tem um porte semi ananicante, que tem como característica a resistência a doenças de importância econômica, como é o caso da gomose e da tristeza dos citros, sendo ideal para plantios com maior densidade (COSTA et al., 2022).

Com o objetivo de identificar novas combinações entre copas e porta-enxertos, as pesquisas têm direcionado atenção a variedades de porta-enxerto que reúnam características agronomicamente desejáveis, como elevada produtividade de frutos, boa viabilidade de sementes para fins de propagação, alta taxa de poliembrionia, condição em que múltiplos embriões são formados, incluindo pelo menos um nucelar, o que viabiliza a multiplicação clonal, além de promoverem o desenvolvimento de plantas com elevado vigor vegetativo (GUERRA et al., 2012).

2.4. Nutrição

Para que o processo de desenvolvimento da planta seja eficiente, Barros (2020) propôs que os princípios necessários para a absorção de nutrientes variam de acordo com fatores, que são modificadas de acordo com características químicas e físicas do solo, pH e a presença de íons essenciais. Com isso a compreensão de processos da nutrição vegetal se torna necessária para que a fertilização atinja as demandas das plantas sem que comprometa a saúde do solo e do ecossistema.

A nutrição nos pomares de citros é indispensável para a cultura, principalmente nos primeiros anos em que a planta é estabelecida. As plantas de citros têm como característica intrínseca em seu cultivo o acúmulo de grandes quantidades de nutrientes em sua biomassa (MATTOS JR. et al., 2003). O N é um elemento essencial para o metabolismo vegetal, com importante participação na formação de folhas, tecidos jovens e clorofila, o que o torna muito importante para a eficiência da fotossíntese e o desenvolvimento da área foliar ativa. Por ser móvel na planta, pode ser redistribuído para regiões em crescimento ativo. Suas fontes de absorção incluem

o N presente naturalmente no solo, aquele proveniente de fertilizantes aplicados e o armazenado previamente nos tecidos vegetais (ADUFÉRTIL, 2024)

A adubação nitrogenada tem influência direta no desenvolvimento vegetativo e na produção de frutos. O N está envolvido em diversos processos, como o crescimento vegetativo, síntese de proteínas e aumento da clorofila na planta, por isso é requerido em alta demanda pela planta, estando ligado diretamente em reações como a síntese de proteínas, clorofila e ácidos nucleicos. (BOARETTO et al., 2007) Dessa forma, o N exerce funções tanto na fotossíntese, quanto para o metabolismo energético das plantas. Porém, doses excessivas atreladas com o alto crescimento vegetativo da planta podem ocasionar uma redução na quantidade de nutrientes e de ácidos solúveis no fruto, o que pode deixar o fruto mais indefeso contra pragas e doenças (ALMEIDA e BAUMGARTNER, 2002; SILVA et al., 2020). O N também atende a formação de reservas nutricionais nas folhas, ajudando o desenvolvimento das raízes e facilitando a absorção de outros nutrientes (DEVITE, 2024).

A deficiência de N pode ser imperceptível em safras iniciais com relação a produção de frutos, tornando-se aparente somente em safras posteriores. O manejo eficiente desse nutriente é desafiador, principalmente na busca por estabelecer o equilíbrio entre o suprimento e a demanda, tendo como meta reduzir as perdas por lixiviação e buscando maximizar a absorção pelas plantas. De acordo com a literatura, o teor foliar adequado de N varia entre 23 e 30 g kg⁻¹, o que viabiliza as doses de 40 e 160 kg ha⁻¹ para quem busca aumentar a qualidade dos frutos, visto que o N afeta diretamente a quantidade de sólidos solúveis nos frutos, e aumenta a produtividade do pomar (LIMA, et al. 2024).

No estudo de Boaretto et al. (2007), foi avaliado o acúmulo de nutrientes e o destino do N aplicado em pomares novos de laranja Pêra, onde foram aplicadas diferentes doses de nitrogênio (150,300,450 e 600 g por planta), com o nitrogênio aplicado através de duas fontes: ureia e sulfato de amônio. Os resultados obtidos mostraram que a eficiência de absorção do fertilizante variou entre 20 e 27%, com os frutos exportando cerca de 35% do N absorvido, tendo a dose de 400 g proporcionando maior produção de laranja.

Esses resultados evidenciam a importância de um manejo criterioso da adubação nitrogenada, considerando não apenas a fonte e a dose aplicada, mas também a capacidade de absorção da planta e o destino do nutriente ao longo do ciclo produtivo. A baixa eficiência de absorção reforça a necessidade de estratégias que

reduzam perdas e maximizem o aproveitamento do N, visando não só o aumento da produtividade, como também a sustentabilidade do sistema de produção. A dose de 400 g por planta destacou-se como a mais eficiente, equilibrando produtividade e uso racional do insumo.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

Avaliar o efeito de diferentes doses de N em pomar jovem de laranja Valência enxertadas em citrandarins.

3.2. Objetivos específicos

Avaliar o desenvolvimento vegetativo, a nutrição do solo e da planta, as trocas gasosas, a severidade do HLB e o teor de clorofila total em plantas jovens de laranja Valência enxertadas em citrandarins, submetidas a diferentes doses de nitrogênio.

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 com espaçamento de 6,0 metros entrelinhas e 2,5 entre plantas. A implantação da cultura de cobertura na entrelinha foi realizada no final de 2023, com a semeadura da *Urochloa ruziziensis* após o plantio. 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, depois do plantio das mudas foram realizados dois desbastes de fruto, sendo o primeiro realizado no ano de 2024 e o segundo no ano de 2025, a fim de priorizar o desenvolvimento vegetativo das plantas.



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

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). Durante o período experimental, que compreendeu os meses de outubro/2024 a julho/2025) com um solo que foi classificado como solo Latossolo Vermelho distrófico de textura predominantemente argilosa.

O experimento foi conduzido com plantas de laranja Valência enxertadas sobre três porta-enxertos - citrandarin IAC 3152 Itajobi (152), citrandarin IAC 3073 Barretos (73) e citrandarin 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 três porta-enxertos distribuídos nas parcelas e as doses de nitrogênio (0, 60, 120 e 180 g planta⁻¹) nas subparcelas, que representam 0, 50%, 100% e 150% da dose recomendada pelo Boletim 100. Foram três repetições,

cada uma composta por sete plantas. A fonte de nitrogênio utilizada foi a uréia que contém 46% de N em sua composição. As doses de nitrogênio foram divididas em quatro aplicações, sendo elas realizadas nos meses de outubro/2024, dezembro/2024, janeiro/2025 e março/2025.

4.2. Avaliações

4.2.1. Desenvolvimento vegetativo das plantas (variação percentual relativa do volume)

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 (dezembro/2024 a março/2025), com régua graduada efetuando-se medições paralelas ao eixo de crescimento geotrópico da copa (altura) no terço médio da planta de forma paralela ao solo (diâmetro). Com esses dados calculou-se o volume de copa por meio da equação: $V = \frac{2}{3} \pi \cdot R^2 \cdot H$, onde: V: volume de copa (m³); R: raio médio da copa da planta (m); H: altura da planta (m), $\pi \approx 3,1416$, conforme proposto por Mendel (1956).

Com base nos dados do volume da copa, foi calculada a variação percentual relativa do volume (VPRV). A variação foi determinada a partir da diferença entre a última medição (março/2025) e a primeira medição (dezembro/2024), utilizando a seguinte equação:

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

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.

4.2.2. Análises químicas de solo e teor de N nas folhas

No mês de abril/2025, foi realizada a amostragem de solo a partir de um equipamento mecanizado adaptado, composto por uma furadeira de mourão movida

a gasolina, acoplada a um kit de broca de 7/8". As coletas foram efetuadas na camada de 0 a 20 cm de profundidade, sendo obtidas seis subamostras por parcela, posteriormente compostas. As amostras foram analisadas quanto aos seguintes atributos químicos: matéria orgânica, pH, fósforo disponível, potássio, cálcio, magnésio, acidez, soma de bases, capacidade de troca de cátions (CTC) e saturação por bases, conforme metodologia descrita por Raij et al. (1987).

Para a análise foliar, também realizada em abril de 2025, foram coletadas 20 folhas por repetição, as quais foram utilizadas para determinação da concentração de N, segundo a metodologia de Bataglia et al. (1983). Ambas as amostragens foram encaminhadas ao Laboratório de Fertilidade do Solo do Instituto Agrônomo (IAC), em Campinas/SP.

4.2.3. Análises de trocas gasosas

As avaliações foram realizadas em maio/2025. Foram mensuradas a assimilação ao CO₂ ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e a condutância estomática ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). As análises foram realizadas na folha mais jovem completamente expandida, utilizando um analisador portátil de trocas gasosas por infravermelho (LCpro, ADC, Hoddesdon, Reino Unido). Para cada tratamento, foram avaliadas duas folhas por planta, em uma planta por repetição. As avaliações foram realizadas entre 8h e 10h da manhã, sob temperatura ambiente, pressão parcial de dióxido de carbono e pressão 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.

4.2.4. Avaliação de severidade de HLB

Foi avaliada a severidade de HLB, dezembro/2024, por meio de inspeção visual das plantas, considerando todo o perímetro da copa. Para cada planta, foi estimada a porcentagem da copa que apresentava folhas com sintomas da doença. Os valores atribuídos variaram de 0 a 100%, sendo que 0 correspondia à ausência de folhas sintomáticas e 100% à ausência de folhas saudáveis. A severidade foi classificada em intervalos de 10% (0%, 10%, 20%... até 100%), conforme metodologia adaptada de Gottwald et al. (2015).

4.2.5. Avaliação de clorofila total (SPAD)

A determinação do teor relativo de clorofila foi realizada, em junho/2025, por

meio de leituras não destrutivas utilizando um medidor portátil SPAD-502® (Konica Minolta, Japão). As amostragens foram conduzidas em folhas completamente expandidas, fisiologicamente ativas, localizadas na região mediana de ramos frutíferos, em posição externa da copa e expostas à radiação solar, conforme metodologia adaptada de Raij et al. (1997). Foram avaliadas quatro folhas por planta, em um total de quatro plantas parcela.

4.3. Análises estatísticas

Todos os dados foram submetidos a análises de variância e comparados estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%, quando houve diferença apenas para a dose, foi realizada análise de regressão. Os modelos foram selecionados com base no coeficiente de determinação, utilizando o software Agroestat.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Desenvolvimento vegetativo das plantas (variação percentual relativa do volume)

As plantas de laranja Valência enxertadas no porta-enxerto citrandarin IAC 3152 Itajobi (152) apresentaram maior variação percentual relativa do volume (VPRV) em relação aos demais porta-enxertos dentro de cada dose de nitrogênio avaliada (Figura 2). Esse desempenho é atribuído às características fisiológicas e morfológicas do porta-enxerto 152, que apresenta maior desenvolvimento vegetativo, sistema radicular mais robusto, boa tolerância ao estresse hídrico e alta eficiência fotossintética, fatores que favorecem o vigor das plantas (SOUZA et al., 2025). No entanto, não foram observadas diferenças significativas no VPRV entre as diferentes doses de nitrogênio para cada porta-enxerto (Figura 4), indicando que, dentro do intervalo de doses utilizado, o aumento da adubação nitrogenada não promoveu incremento proporcional no crescimento volumétrico das plantas.

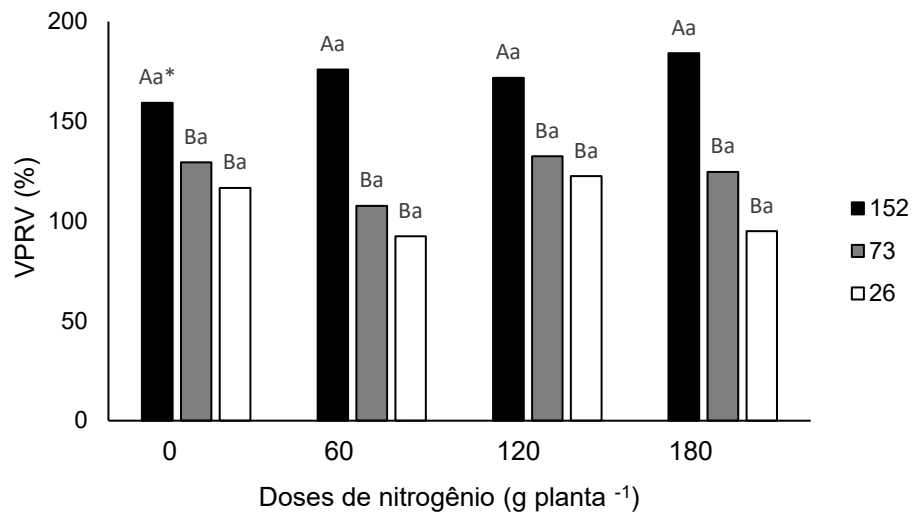


Figura 2. Variação percentual relativa do volume (VPRV) da copa da laranja Valência enxertada em três porta-enxertos - citrandarin IAC 3152 Itajobi (152), citrandarin IAC 3073 Barretos (73) e citrandarin IAC 3026 Santa Amélia (26), sob doses crescentes de nitrogênio (0, 60, 120 e 180 g planta⁻¹).

*Médias seguidas da mesma letra maiúscula entre porta-enxertos dentro da mesma dose, e minúsculas entre doses para o mesmo porta-enxerto, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

5.2. Análises químicas de solo e da folha para determinação de nitrogênio

Os resultados referentes à análise química do solo estão disponíveis no Anexo 1. Quanto aos teores de N nas folhas, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos avaliados (Tabela 1). Esse comportamento pode estar relacionado ao fato de as plantas ainda se encontrarem em fase jovem de desenvolvimento, período no qual a demanda nutricional tende a ser mais estável e a variabilidade fisiológica entre indivíduos é menor quando comparada a plantas em fase adulta ou em produção.

Segundo QUAGGIO et al. (2006), em plantas cítricas jovens, os teores foliares de nutrientes tendem a manter-se constantes nos primeiros anos de crescimento, uma vez que a absorção e a redistribuição de nutrientes ainda não são significativamente influenciadas por fatores como produção de frutos, estresse hídrico ou esgotamento do solo. Dessa forma, a ausência de variação entre os tratamentos pode ser considerada compatível com o estágio de desenvolvimento das plantas avaliadas.

Tabela 1. Valores de N (g kg de folhas⁻¹) da copa da laranja Valência enxertada em três porta-enxertos - citrandarin IAC 3152 Itajobi (152), citrandarin IAC 3073 Barretos (73) e citrandarin IAC 3026 Santa Amélia (26), sob doses crescentes de nitrogênio (0, 60, 120 e 180 g planta⁻¹).

Porta-enxertos	Doses de N (g/planta)			
	0*	60	120	180
	-----N (g kg de folhas ⁻¹)-----			
152	27,6	28,6	26,9	26,5
73	25,9	26,2	27,5	27,6
26	26,3	25,9	26,8	27,2

*Não houve diferença estatística entre os tratamentos

5.3. Análise de trocas gasosas

As plantas de laranja Valência enxertadas no porta-enxerto 152 apresentaram a maior taxa fotossintética, enquanto aquelas enxertadas no porta-enxerto 26 exibiram a menor taxa entre os porta-enxertos avaliados (Figura 3). Por outro lado, as plantas enxertadas no porta-enxerto 26 apresentaram a maior condutância estomática (Figura 4).

De acordo com Damour et al. (2010), a condutância estomática corresponde ao mecanismo pelo qual a planta regula a abertura e o fechamento dos estômatos foliares, controlando a perda de água por transpiração e as trocas gasosas com a atmosfera. Assim, a maior condutância observada nas plantas enxertadas no porta-enxerto 26 pode indicar uma maior taxa de transpiração e, conseqüentemente, uma maior perda de água para o ambiente. No entanto, esse comportamento, quando associado à baixa taxa fotossintética observada nesse mesmo porta-enxerto, sugere uma menor eficiência no uso da água e maior suscetibilidade ao estresse hídrico. Isso porque, para que ocorra uma fotossíntese eficiente em condições de alta condutância estomática, é necessária uma elevada disponibilidade hídrica. Em situações de déficit hídrico, entretanto, há redução na condutância estomática, na transpiração foliar e na assimilação de CO₂, limitando o desempenho fisiológico das plantas cítricas (Miranda et al., 2021). Dessa forma, o uso do porta-enxerto 26 pode ser desaconselhado para regiões sujeitas à seca ou com disponibilidade hídrica limitada.

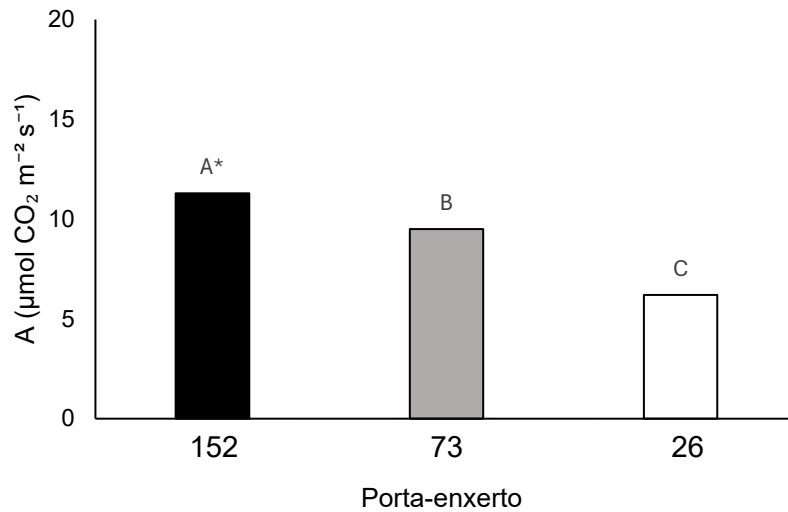


Figura 3. Fotossíntese - A ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) em folhas da copa de laranja Valência enxertada em três porta-enxertos - citrandarin IAC 3152 Itajobi (152), citrandarin IAC 3073 Barretos (73) e citrandarin IAC 3026 Santa Amélia (26).

*Médias seguidas da mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

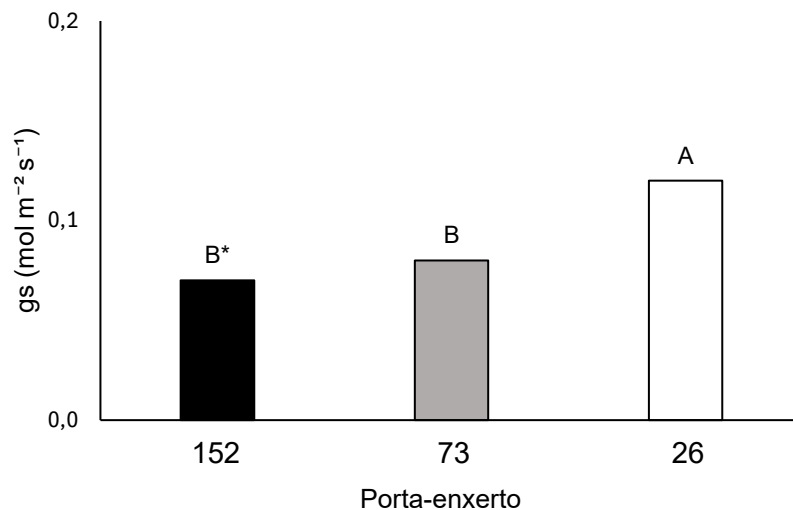


Figura 4. Condutância estomática - gs ($\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) em folhas da copa da laranja Valência enxertada em três porta-enxertos - citrandarin IAC 3152 Itajobi (152), citrandarin IAC 3073 Barretos (73) e citrandarin IAC 3026 Santa Amélia (26).

*Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Por outro lado, o porta-enxerto 152 apresentou comportamento fisiológico oposto, caracterizando-se por uma menor condutância estomática, comparado ao porta-enxerto 26, associada a uma elevada taxa fotossintética, o que indica maior

eficiência no uso da água. Esse desempenho sugere que o porta-enxerto 152 é mais tolerante ao déficit hídrico, uma vez que consegue manter uma elevada produção de fotossimilados mesmo sob condições de menor abertura estomática. Dessa forma, limita a perda de água para a atmosfera e otimiza o processo fotossintético, favorecendo o crescimento da planta em ambientes com disponibilidade hídrica reduzida (Souza et al., 2024).

5.4. Avaliação de severidade de HLB

As plantas enxertadas no porta-enxerto 26 apresentaram maior severidade de HLB em comparação às enxertadas nos demais porta-enxertos (Figura 5). Essa maior suscetibilidade pode estar relacionada ao fato de o porta-enxerto 26 atingir seu desenvolvimento máximo mais rapidamente, resultando em maior emissão de brotações novas, comparado aos demais. Como o psilídeo vetor da doença tem preferência por tecidos jovens, isso pode ter favorecido o aumento da concentração de inóculo e, conseqüentemente, da severidade da doença (RODRIGUES et al., 2020).

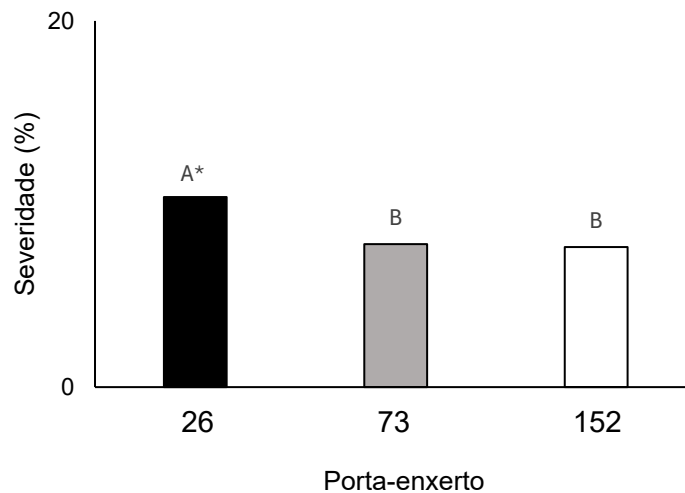


Figura 5. Severidade de HLB (%) em folhas da copa da laranja Valência enxertada em três porta-enxertos - citrandarin IAC 3026 Santa Amélia (26), citrandarin IAC 3073 Barretos (73) e citrandarin IAC 3152 Itajobi (152).

*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

5.5. Avaliação da clorofila total (SPAD)

A aplicação de doses crescentes de nitrogênio influenciou positivamente o teor relativo de clorofila nas folhas das plantas enxertadas nos três porta-enxertos

avaliados. Observou-se que, à medida que a disponibilidade de nitrogênio no solo aumentou, os valores de SPAD também se elevaram, indicando maior concentração de clorofila total nas folhas (Figura 6). Esse comportamento está relacionado ao papel fundamental do nitrogênio na síntese de clorofila, pigmento essencial para o processo fotossintético.

A correlação positiva é consistente com Carvalho et al. (2024), que demonstraram que o incremento das doses de N resulta em elevações proporcionais na concentração de clorofila foliar, independentemente do porta-enxerto avaliado. Tal resposta pode ser atribuída ao papel central do nitrogênio na biossíntese da clorofila, bem como na constituição de proteínas envolvidas na fotossíntese, como a Rubisco e as proteínas do aparato fotossintético (LIAO et al., 2019; QUAGGIO et al., 2005).

Além disso, o teor de clorofila é amplamente reconhecido como um indicador funcional do status nutricional em N e, portanto, da eficiência fotossintética e do potencial produtivo das plantas (SANTOS et al., 2019). A resposta linear observada neste estudo, com aumento do índice SPAD conforme as doses de N, sugere que, mesmo em condições de sequeiro, os citros mantêm a capacidade de incorporar o N fornecido via solo e direcioná-lo para a síntese de pigmentos fotossintéticos.

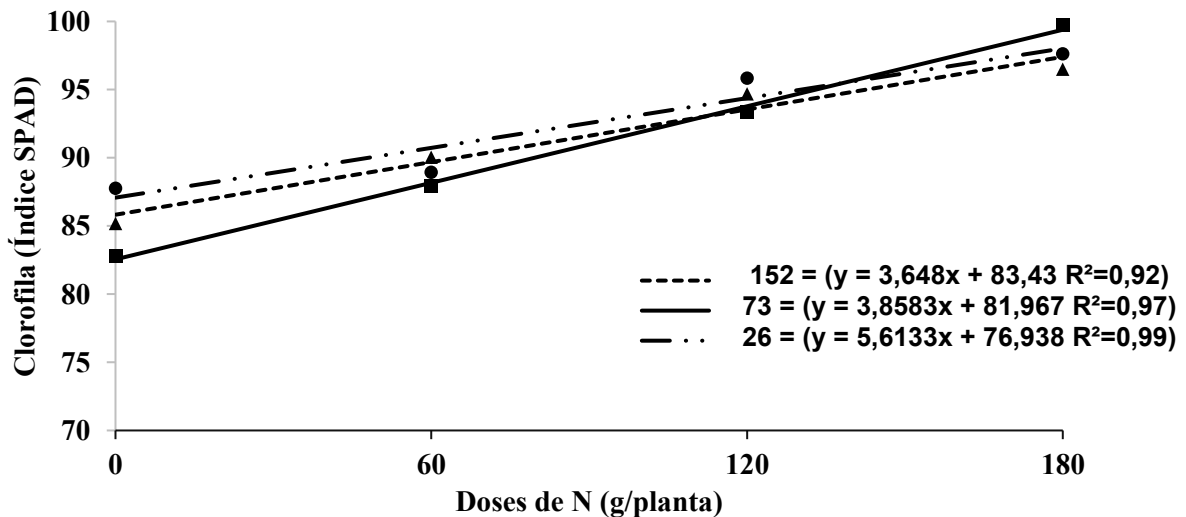


Figura 6. Clorofila total (SPAD) em folhas de laranja Valência enxertada em três porta-enxertos - citrandarin IAC 3152 Itajobi (152), citrandarin IAC 3073 Barretos (73) e citrandarin IAC 3026 Santa Amélia (26), sob doses de nitrogênio (0, 60, 120 e 180 g planta⁻¹).

6. CONCLUSÃO

O estudo mostrou que diferentes doses de nitrogênio não alteraram significativamente os teores foliares de N em plantas jovens de laranja Valencia, mas contribuíram para o aumento dos teores de clorofila. O porta-enxerto citrandarin IAC 3152 Itajobi (152) destacou-se pelo melhor desenvolvimento vegetativo e uso eficiente da água, enquanto o citrandarin IAC 3026 Santa Amélia (26) foi mais suscetível ao HLB e ao estresse hídrico. Conclui-se que a escolha do porta-enxerto e o manejo criterioso da adubação nitrogenada são fundamentais para o bom desempenho inicial do pomar.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADUFÉRTIL. Função do nitrogênio na planta: desenvolvimento e metabolismo. 2024. Disponível em: <https://www.adufertil.com.br/noticias/funcao-do-nitrogenio-na-planta/>.

AGRO SUSTENTAR. Maiores produtores de laranja do Brasil e do mundo. Disponível em: <https://agrosustentar.com.br/agronegocio/maiores-produtores-de-laranja/>.

AGUSTÍ, M. **Fruticultura.** Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, cap. 14, p. 314. 2004

ALMEIDA, M. C. de; BAUMGARTNER, J. G. Efeitos da adubação nitrogenada e potássica na produção e na qualidade de frutos de laranjeira 'Valência'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 282–284, 2002.

ALVARES C. A., STAPE J. L., SENTELHAS P. C., DE MORAES G., LEONARDO J. E SPAROVEK G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**22, Stuttgart, v.22, n.6, p.711-728. 2013.

AMORIM, L. et al. Citrandarin IAC 3010 Pindorama: porta-enxerto com tolerância à seca e adaptabilidade a solos arenosos. Cruz das Almas, BA: **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, 2011. 4 p.

BARROS, José. **Fertilidade do solo e Nutrição das plantas.** São Paulo [s. n.], 2020.

BASSANEZI, R. B. et al. Overview of citrus Huanglongbing spread and management strategies in Brazil. **ResearchGate**, 2020–2021

BATAGLIA, O. C.; FURLANI, A. M. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R.; GALLO, J. R. **Métodos de análise química de plantas.** Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, p. 48 1983. (Boletim Técnico, 78)

BELASQUE JUNIOR, J. et al. Base científica para a erradicação de plantas sintomáticas e assintomáticas de Huanglongbing (HLB, Greening) visando o controle efetivo da doença. **Tropical Plant Pathology**, v. 34, p. 137–145, 2009.

BERTOLINI, E.; FELIPE, R. T. A.; SAUER, A. V.; LOPES, S. A.; ARILLA, A.; VIDAL, E.; MOURÃO FILHO, F. A. A.; NUNES, W. M. C.; BOVÉ, J. M.; LÓPEZ, M. M.; CAMBRA, M. Tissue-print and squash real-time PCR for direct detection of 'Candidatus Liberibacter' species in citrus plants and psyllid vectors. **Plant Pathology**, v. 63, p. 1149–1158, 2014.

BLUMER, S.; POMPEU JUNIOR, J. Avaliação de citrandarins e outros híbridos de trifoliata como porta-enxertos para citros em São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 264–267, ago. 2005.

BOARETTO, R. M. et al. Acúmulo de nutrientes e destino do nitrogênio (15N) aplicado em pomar jovem de laranja. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, p. 600–605, 2007.

CARVALHO, S. A. D.; GIRARDI, E. A.; MOURÃO FILHO, F. D. A. A.; FERRAREZI, R. S.; COLETTA FILHO, H. D. Advances in citrus propagation in Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 41, p. e422, 2019. DOI: 10.1590/0100-29452019422.

CARVALHO, L. M. DE; CARVALHO, H. W. L. DE; BARROS, I. DE; MARTINS, C. R.; SOARES FILHO, W. DOS S.; GIRARDI, E. A.; PASSOS, O. S. New scion–rootstock combinations for diversification of sweet orange orchards in tropical hardsetting soils. **Scientia Horticulturae**, v. 243, p. 169–176, 2019.

CARVALHO, A. et al. Uso de porta-enxertos alternativos para a laranja Valência. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 42, n. 3, p. 245–252, 2022.

CARVALHO, A. R. DE S.; SILVA, M. L. DA; FERREIRA, M. A.; SANTOS, J. A. DOS; SILVA, A. S. DA; LIMA, J. S. DE; OLIVEIRA, J. M. DE. Nitrogen rates-influence on proline and total nitrogen accumulation and fruit yield of young ‘Pera’ sweet orange on three rootstocks grown under rainfed condition. **Scientia Horticulturae**, [S. l.], v. 311, p. 111955, 2023.

CARVALHO, O. S. P.; SOARES FILHO, W. dos S.; CUNHA SOBRINHO, A. P. da. Citrandarin IAC 3026 Santa Amélia: nova opção de porta-enxerto para a citricultura brasileira. Cruz das Almas, BA: **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, 2011. 4 p

CASTLE, W. S.; TUCKER, D. P. H.; KREZDORN, A. H. et al. **Rootstocks**. Gainesville: University of Florida, 1992. Disponível em: <http://www.hammock.ifas.ufl.edu>.

COSTA, G. D. Diagnóstico fitossanitário dos pomares cítricos do Nordeste brasileiro com ênfase em HLB. 2022. 97 f. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade) – Universidade Federal de Alagoas, Arapiraca, 2022.

CRISTOFANI-YALI, M.; BASTIANEL, M.; FALDONI, L.; BLUMER, S.; POMPEU JUNIOR, J.; CAMPOS, T. M. P. et al. Seleção de citrandarins (tangerina Sunki vs. *Poncirus trifoliata*) para porta-enxertos de citros. **Laranja**, v. 28, p. 71–79, 2007.

DAMOUR, G.; SIMONNEAU, T.; URBAN, L.; KLEINHENTZ, M. An overview of models of stomatal conductance at the leaf level. **Plant, Cell & Environment**, v. 33, n. 9, p. 1419–1438, 2010.

DEVITE, F. T. **Desempenho de laranjeira Valência enxertada em citrandarins ananicanos em plantio adensado**. 2024. Tese (Doutorado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Instituto Agronômico de Campinas, Campinas, 2024.

DONADIO, L. C.; MOURÃO FILHO, F. A. A.; MORREIRA, C. S. Centro de origem, distribuição geográfica das plantas cítricas e histórico da citricultura no Brasil. In: MATTOS JUNIOR, D.; NEGRI, J. D.; PIO, R. M.; POMPEU JUNIOR, J. (Org.). **Citros**. Campinas: Editora AC/Fundag, p. 3–18, 2005.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. Faostat: Crops and livestock products – Production of oranges by country (2022). Roma: FAO, 2024.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. HLB/Greening – situação no Brasil: prevalência da *Candidatus Liberibacter asiaticus* e ausência de controles curativos. In: Secretaria da Agricultura RS. *HLB/Greening – Secretaria da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação*, Porto Alegre: SAGRI-RS, 2025

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. FAOSTAT: produção agrícola (QCL). 2025. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>.

FUNDECITRUS – FUNDO DE DEFESA DA CITRICULTURA. *Estimativa de safra de laranja 2024/2025 do cinturão cítrico de São Paulo e Triângulo/Sudoeste Mineiro*. Araraquara: **Fundecitrus**, 2024.

FUNDECITRUS. Escolha adequada das variedades de porta-enxerto é importante para o sucesso do pomar de citros. **Fundecitrus**, 2021.

GOTTWALD, T. R.; AUBERT, B.; ZHAO, X.-Y. Preliminary analysis of citrus Greening (Huanglongbing) epidemics in the People's Republic of China and French Reunion Island. **Phytopathology**, v. 79, p. 687–693, 1989.

GUERRA, A. C. S. et al. Citrus rootstock compatibility with sweet orange. *Scientia Horticulturae*, v. 138, p. 91-96, 2012.

KROLOW, A. C.; OLIVEIRA, R. P. DE; FERRI, N. M. *Pasteurização de suco integral e néctar de laranja cultivar Valência: definição de temperatura e tempo de retenção*. Pelotas: **Embrapa Clima Temperado**, 17 p. 2020.(Circular Técnica, 209).

LIAO, Y. et al. Response of citrus to nitrogen fertilization: implications on photosynthesis, growth and yield. **Scientia Horticulturae**, v. 246, p. 407–417, 2019. DOI: 10.1016/j.scienta.2018.11.042.

LIMA, D. L. et al. Determinação da faixa crítica de nitrogênio em folhas de laranjeira 'Valência' enxertada sobre citrumelo 'Swingle' no Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 46, e-026, 2024. Disponível em: https://qa1.scielo.br/j/rbf/a/YOUR_ARTICLE_LINK. Acesso em: 04 ago. 2025.

LORENSINI, F. et al. Lixiviação e volatilização de nitrogênio em um Argissolo cultivado com videira submetida à adubação nitrogenada. **Ciência Rural**, v. 42, p. 1173–1179, 2012.

MATTOS JR., D.; QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H.; BOARETTO, A. E. Manejo de fertilizantes nitrogenados e sulfatados na cultura do citros. In: **SIMPÓSIO DE NITROGÊNIO E ENXOFRE NA AGRICULTURA - DESAFIOS E TENDÊNCIAS**, 2006, Piracicaba, 17 a 19 de abril. CD-ROM.

MATTOS JR., D.; QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H.; BOARETTO, R. M. *Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo*. 5. ed. Campinas: Instituto Agrônômico de Campinas (IAC), **Boletim Técnico**, n. 100, 2022.

MATTOS JUNIOR, D.; BOARETTO, R. M.; QUAGGIO, J. A.; PEREIRA, E. A. Nutrição e adubação. In: *Citros*, 2. ed., Instituto Agrônômico de Campinas (IAC), 2004

MENDEL, K. Rootstock-scion relationships in Shamouti trees on light soil. **Ktavim**, Rehovot, v. 6, p. 35–60, 1956.

MIRANDA, M. T.; DA SILVA, S. F.; SILVEIRA, N. M.; PEREIRA, L.; MACHADO, E. C.; RIBEIRO, R. V. Root osmotic adjustment and stomatal control of leaf gas exchange are dependent on Citrus rootstocks under water deficit. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 40, p. 11–19, 2021. DOI: 10.1007/s00344-020-10069-5.

PASSOS, O. S.; SOARES FILHO, W. S.; CUNHA SOBRINHO, A. P. da. Citrandarin Índio: nova opção de porta-enxerto para a citricultura brasileira. Cruz das Almas, BA: **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, 2011. 4 p

POMPEU JUNIOR, J.; BLUMER, S. Morte súbita dos citros: suscetibilidade de seleções de limão-cravo e uso de interenxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 4, p. 1012–1015, 2008.

POMPEU JUNIOR, J. Porta-enxertos. In: MATTOS JUNIOR, D.; NEGRI, J. D.; PIO, R. M.; POMPEU JUNIOR, P. (Org.). *Citros*. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, **Fundag**, p. 61–104, 2005.

QUAGGIO, J. A. et al. Critical nitrogen levels in leaves and soil as an indicator of citrus nutritional status. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 67, p. 215–223, 2005. DOI: 10.1023/B:FRES.00000003600.20499.76.

QUAGGIO, J. A.; POMPEU JUNIOR, J.; CANTARELLA, H.; MATTOS JUNIOR, D. *Calagem e adubação para citros*. **Boletim Técnico do Instituto Agronômico de Campinas (IAC)**, 2004.

RAIJ, B. VAN; CAMARGO, O. A.; MATOS, P. DE; OLIVEIRA, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, p. 170, 1987.

RODRIGUES, F. A.; FREITAS, G. F.; MOREIRA, R. A.; PASQUAL, M. Caracterização dos frutos e germinação de sementes dos porta-enxertos Trifoliata Flying Dragon e Citrumelo Swingle. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 4, p. 1180–1188, 2010.

RODRIGUES, J. D. B. et al. Huanglongbing incidence, canopy volume, and sprouting dynamics of 'Valencia' sweet orange grafted onto 16 rootstocks. **Tropical Plant Pathology**, v. 45, p. 611–619, 2020.

RODRIGUES, J. D. et al. Novos porta-enxertos para a citricultura brasileira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, p. 100–112, 2015.

SANTOS, M. R. et al. Water deficit in citrus: physiological responses and implications for crop management. **Journal of Plant Physiology**, v. 243, p. 153, 2019. DOI: 10.1016/j.jplph.2019.153042.

SCHINOR, E. H. et al. Atributos de frutos e crescimento vegetativo de porta-enxertos de citrandarins em viveiro. **Citrus Research & Technology**, v. 36, n. 1, p. 27–35, 2017.

SILVA, G. A. da; LANDAU, E. C. Molibdênio e fontes de nitrogênio na fisiologia, nutrição e qualidade dos frutos de laranja 'Pera'. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São João del-Rei, Sete Lagoas, 2020.

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. DOI: 10.3389/fsufs.2025.1489291.

SULZBACH, M.; OLIVEIRA, R. P.; GIRARDI, E. A.; SCHWARZ, S. F.; BERTOLINI, E.; SCHNEIDER, L. A.; GONZATTO, M. P. Huanglongbing (HLB) dos citros e estratégias de manejo visando prevenção e controle. Pelotas: **Embrapa Clima Temperado**, 36 p ,2017. (Documentos / Embrapa Clima Temperado, ISSN 1516-8840, 450).

TAZIMA, Z. H.; POMPEU JÚNIOR, J.; BLUMER, S.; PASSOS, O. S. Desempenho de variedades de laranjeira 'Valência' sobre diferentes porta-enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 1, p. 20–25, 2008.

USDA – UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Oranges**. Disponível em: <https://www.fas.usda.gov/data/production/commodity/0571120>, 2024.

VENÂNCIO, A. L. **Avaliação da precocidade do diagnóstico do greening por técnicas de fluorescência**. 2010. 111 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciências, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2010.

VIANA, M. C. M. et al. Eficiência de uso do nitrogênio em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob diferentes doses de adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 35, n. 5, p. 1577–1585, 2011

VIDAL, M. DE F. Citricultura (Laranja). **Caderno Setorial ETENE**, Fortaleza, v. 9, n. 328, p. 1–12, mar. 2024.

ANEXO A

Características químicas do solo em diferentes pontos de amostragem, correspondentes aos porta-enxertos Citrandarin IAC 3152 Itajobi (152), Citrandarin IAC 3073 Barretos (73) e Citrandarin IAC 3026 Santa Amélia (26), sob doses crescentes de nitrogênio (0, 60, 120 e 180 g planta⁻¹). Avaliaram-se os seguintes atributos: matéria orgânica (M.O.), pH, fósforo disponível (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), acidez (H + Al), soma de bases (S.B.), capacidade de troca de cátions (C.T.C.) e saturação por bases (V%).

Porta-enxertos	Dose g planta ⁻¹	M.O. g dm ⁻³	pH	P mgm ⁻³	K	Ca	Mg	H + Al	S.B.	C.T.C.	V%
152	0	23,33	5,37	29,6	4,6	31,6	15,30	34,3	51,6	85,90	58,00
	60	23,00	5,30	80,0	5,47	31,0	14,33	35,6	50,8	86,46	58,66
	120	23,00	5,23	26,0	5,2	30,6	15,00	38,3	50,9	89,20	57,30
	180	23,33	5,27	51,0	5,16	30,0	16,60	35,6	51,8	87,50	57,30
73	0	24,66	5,57	51,6	4,7	35,6	16,30	28,3	56,7	85,03	66,60
	60	23,66	5,43	73,3	4,17	37,6	18,33	32,3	60,2	92,50	65,00
	120	28,00	5,33	19,0	4,7	33,6	16,33	34,0	54,7	88,70	61,30
	180	24,60	5,20	23,3	5,1	33,3	16,60	37,0	55,1	92,10	58,00
26	0	24,60	5,53	44,7	5,03	36,3	15,00	28,6	56,4	85,03	66,30
	60	26,00	5,60	36,7	4,63	39,0	18,60	27,6	62,3	89,96	69,30
	120	25,30	5,20	30,7	5,53	32,0	14,67	38,3	52,2	90,53	58,30
	180	27,00	5,57	19,7	4,63	36,3	17,30	29,6	58,3	87,96	66,30