

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta tese/dissertação será disponibilizado somente a partir de
23/07/2026

At the author's request, the full text of this thesis/dissertation will not be available online until
July 23, 2026

FELIPE REZENDE DE MOURA RIBEIRO

**CONSERVAÇÃO DOS FRUTOS DE LARANJA 'WESTIN' SOB
ARMAZENAMENTO REFRIGERADO E APLICAÇÃO DE L-FENILALANINA**

Botucatu

2025

FELIPE REZENDE DE MOURA RIBEIRO

**CONSERVAÇÃO DOS FRUTOS DE LARANJA ‘WESTIN’ SOB
ARMAZENAMENTO REFRIGERADO E APLICAÇÃO DE L-FENILALANINA**

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da Unesp Câmpus
de Botucatu, para a obtenção do título de
Mestre em Agronomia/Horticultura.

Orientadora: Prof.^a Dra. Sarita Leonel

Coorientador: Prof. Dr. Marcelo de Souza
Silva

Botucatu

2025

R484c

Ribeiro, Felipe Rezende de Moura

Conservação dos frutos de Laranja 'Westin' sob
armazenamento refrigerado e aplicação de L-Fenilalanina /
Felipe Rezende de Moura Ribeiro. -- , 2025

58 p. : il., tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista
(UNESP), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu,

Orientadora: Sarita Leonel

Coorientadora: Marcelo de Souza Silva

1. Citrus sinensis (L.) Osbeck. 2. ácido ascórbico. 3. perda
de massa. 4. sólidos solúveis. 5. colorimetria. I. Título.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Botucatu



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: CONSERVAÇÃO DOS FRUTOS DE LARANJA 'WESTIN' SOB
ARMAZENAMENTO REFRIGERADO E APLICAÇÃO DE L-FENILALANINA**

AUTOR: FELIPE REZENDE DE MOURA RIBEIRO

ORIENTADORA: SARITA LEONEL

COORIENTADOR: MARCELO DE SOUZA SILVA

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Agronomia (Horticultura),
pela Comissão Examinadora:

Prof.^a Dr.^a SARITA LEONEL (Participação Presencial)
Produção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrônomicas - Unesp Botucatu

Prof. Dr. JACKSON MIRELLYS AZEVEDO SOUZA (Participação Virtual)
Agronomia / Universidade Federal de Viçosa

Professor Doutor JOÃO DOMINGOS RODRIGUES (Participação Presencial)
Biodiversidade e Bioestatística / Instituto de Biociências de Botucatu - Unesp

Botucatu, 23 de julho de 2025

AGRADECIMENTOS

À Deus pelo dom da vida, por todas as graças recebidas e todas as coisas boas que Ele colocou, coloca e colocará em minha trajetória.

À UNESP por fornecer um ambiente fértil para o aprendizado, com um corpo docente qualificado e estrutura apropriada.

À Professora Dra. Sarita Leonel, minha Orientadora, pelos ensinamentos transmitidos, confiança depositada, auxílio e amizade.

Ao Professor Dr. Marcelo de Souza Silva, meu Co-orientador, o qual certamente exerceu papel fundamental para o bom desenvolvimento deste trabalho.

Ao Grupo AlfaCitrus por ceder os frutos de laranja para esta pesquisa.

Aos demais graduandos, mestrandos, doutorandos e docentes do Departamento de Produção Vegetal, motoristas do Setor de Transporte e funcionários da Faculdade de Ciências Agrônômicas, pelo companheirismo e por todas as contribuições nesta jornada.

À minha mãe, Marina Lúcia Rezende de Moura Ribeiro e ao meu pai Felício de Moura Ribeiro por todas as transmissões de valores essenciais, como a humildade, honestidade, liberdade e caridade, além de fornecerem bons conselhos e ensinamentos, os quais me balizam a tentar ser uma pessoa melhor a cada dia.

Aos meus avós maternos, Sebastiana Ferreira Rezende e João Reis Rezende (*i.m.*), por me ensinarem a bondade, bem como a simplicidade da vida, apreciando com minúcia e tranquilidade as coisas do cotidiano, principalmente no ambiente rural.

Aos meus avós paternos, Eliete de Moura Ribeiro e Felício Meirelles Ribeiro, por todo o conhecimento, carinho, auxílio e ensinamentos, os quais foram cruciais e permitiram que eu chegasse até aqui, com a certeza que posso ir muito mais além!

A todos que não foram citados, mas que de forma direta ou indireta, contribuíram para a minha vivência pessoal e realização deste trabalho, meu muito obrigado!

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

“Uma árvore boa não produz frutos ruins, e uma árvore ruim não produz frutos bons”.

BÍBLIA. Português. Bíblia Sagrada. Edição ecumênica. Rio de Janeiro:
Encyclopaedia Britannica, 1995. Lucas 6:43.

RESUMO

As perdas pós-colheita representam desafio significativo para o setor citrícola brasileiro, exigindo estratégias eficazes que prolonguem a vida útil e preservem as características físico-químicas dos frutos. A aplicação exógena de L-fenilalanina (Phe), tem sido explorada por seu potencial em estimular vias metabólicas relacionadas a qualidade e defesa vegetal, apresentando menores custos quando comparada a outros métodos de conservação. Objetivou-se com este trabalho avaliar parâmetros de qualidade de laranjas 'Westin' submetidas a diferentes concentrações de Phe e períodos de conservação refrigerado na pós-colheita. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, em parcela subdividida no tempo, com quatro concentrações de Phe (0, 3, 6 e 9 mM) e cinco períodos de avaliação (0, 10, 20, 30 e 40 dias), com quatro repetições e dez frutos por subparcela experimental. Após a aplicação dos tratamentos, os frutos foram armazenados sob refrigeração ($3^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}$ /85% UR). Foram avaliadas 18 variáveis: Massa do fruto (MF), Massa do suco (MS), Rendimento do suco (RS), perda de massa do fruto (PM), cromaticidade (C), luminosidade (L), ângulo HUE ($^{\circ}\text{h}$), firmeza dos frutos (FF), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), índice de maturação (IM), ácido ascórbico (AA), índice tecnológico (IT), teores de açúcares redutores (AR), açúcares não redutores (ANR), açúcares totais (ATT), polifenóis totais (PFT) e carotenoides totais (CT). Ao longo do período de armazenamento não houve incidência de doenças pós-colheita nos tratamentos avaliados. A aplicação de Phe aumentou linearmente a perda de massa dos frutos, com consequente redução linear da firmeza, porém propiciou incrementos nos indicadores de coloração dos frutos, fornecendo cascas menos escuras, com tonalidade mais amarelada e saturada. No entanto, os compostos bioativos, como carotenoides e polifenóis totais, tendem a diminuir ao longo do armazenamento, indicando que a suplementação com Phe pode não ser suficiente para preservar estes compostos em períodos prolongados. O tratamento com 3 mM de Phe destacou-se por não causar aumento excessivo na perda de massa ou redução drástica da firmeza, além de proporcionar uniformidade nos padrões colorimétricos, apresentando-se como uma dose equilibrada entre manutenção da qualidade física e visual. Assim, recomenda-se a aplicação de 3 mM de Phe como a melhor dose para conservação de laranjas 'Westin' em armazenamento refrigerado, comercializando-os entre 15 e 20 dias.

Palavras-chave: *Citrus sinensis* (L.) Osbeck; ácido ascórbico; perda de massa; sólidos solúveis; colorimetria.

ABSTRACT

Postharvest losses represent a significant challenge for the Brazilian citrus industry, requiring effective strategies to extend shelf life and preserve the physicochemical characteristics of the fruits. The exogenous application of L-phenylalanine (Phe) has been explored for its potential to stimulate metabolic pathways related to plant quality and defense, presenting lower costs when compared to other preservation methods. This study aimed to evaluate the quality parameters of 'Westin' oranges subjected to different Phe concentrations and refrigerated storage periods during the postharvest phase. A completely randomized design was used, in plots subdivided over time, with four concentrations of Phe (0, 3, 6, and 9 mM) and five evaluation periods (0, 10, 20, 30, and 40 days), with four replicates and ten fruits per experimental subplot. After treatment application, the fruits were stored under refrigeration ($3^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ / 85% RH). A total of 18 variables were assessed: fruit weight (FW), juice weight (JW), juice yield (JY), fruit weight loss (WL), chroma (C), lightness (L), hue angle ($^{\circ}\text{h}$), fruit firmness (FF), soluble solids (SS), titratable acidity (TA), ripening index (RI), ascorbic acid (AA), technological index (TI), reducing sugars (RS), non-reducing sugars (NRS), total sugars (TS), total phenolic compounds (TPC), and total carotenoids (TC). Throughout the storage period, no incidence of postharvest diseases was observed in any of the treatments. Phe application promoted a linear increase in fruit weight loss, consequently leading to a linear reduction in firmness. However, improvements were observed in fruit color attributes, resulting in peels with lighter, more saturated, and exhibited more pronounced yellowish tones. Nonetheless, bioactive compounds such as carotenoids and total phenolics tended to decrease over storage time, indicating that Phe supplementation alone may not be sufficient to preserve these compounds during prolonged storage. The 3 mM Phe treatment stood out for not causing excessive weight loss or a drastic reduction in firmness, while promoting uniformity in colorimetric parameters, representing a balanced dose for maintaining both physical and visual fruit quality. Therefore, it is recommended to apply 3 mM of Phe as the best dose for preserving 'Westin' oranges in cold storage, marketing them between 15 and 20 days.

Keywords: *Citrus sinensis* (L.) Osbeck; ascorbic acid; weight loss; soluble solids; colorimetry.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Modelo ilustrativo da condução do experimento.....	29
Figura 2 - Perda de massa em frutos de laranja 'Westin', sob diferentes concentrações de Phe ao longo do período de armazenamento refrigerado	34
Figura 3 - Luminosidade (A), cromaticidade (B) e ângulo HUE (C) em frutos de laranja 'Westin', sob diferentes concentrações de Phe.....	36
Figura 4 - Laranjas 'Westin' e sua relação com o período de armazenamento (PA) e concentrações de Phe.	36
Figura 5 - Massa do fruto (A), massa do suco (B), rendimento de suco (C), firmeza do fruto (D), luminosidade (E), cromaticidade (F) e ângulo HUE (G) em frutos de laranja 'Westin' ao longo de períodos de armazenamento refrigerado.....	39
Figura 6 - Sólidos solúveis (A), acidez titulável (B), índice de maturação (C), ácido ascórbico (D) e açúcares redutores (E) em frutos de laranja 'Westin', sob diferentes concentrações de Phe ao longo de períodos de armazenamento refrigerado.....	43
Figura 7 - Açúcares totais em frutos de laranja 'Westin', sob diferentes concentrações de Phe	44
Figura 8 - Açúcares não redutores (A), carotenoides (B), polifenóis totais (C) e índice tecnológico (D) em frutos de laranja 'Westin' ao longo de períodos de armazenamento refrigerado.....	45
Figura 9 - Análise de componentes principais (A) e dendrograma de cluster (B) das variáveis, tratamentos e período de armazenamento dos frutos de laranja 'Westin'	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise de variância das variáveis físicas: Massa do fruto (MF); perda de massa (PM); massa do suco (MS); rendimento de suco (RS); firmeza do fruto (FF); luminosidade (L); cromaticidade (C) e ângulo HUE (°h) em frutos de laranja 'Westin' submetidos a diferentes concentrações de L-fenilalanina (Phe) e períodos de armazenamento em temperatura refrigerada ($3^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}$ / 85% UR)29

Tabela 2 - Análise de variância das variáveis físico-químicas e bioquímicas: Sólidos solúveis (SS); acidez titulável (AT); índice de maturação (IM); índice tecnológico (IT); ácido ascórbico (AA); açúcares totais (ATT); açúcares redutores (AR); açúcares não redutores (ANR); carotenoides totais (CT) e polifenóis totais (PFT) em frutos de laranja 'Westin' submetidos a diferentes concentrações de L-fenilalanina (Phe) e períodos de armazenamento em temperatura refrigerada ($3^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}$ / 85% UR).....40

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
2	REVISÃO DE LITERATURA	21
2.1	Colheita e pós-colheita de frutos cítricos	21
2.2	Perdas pós-colheita de frutos cítricos	23
2.3	Caracterização da laranja ‘Westin’ [<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck]	24
2.4	L-Fenilalanina na pós-colheita	25
3	MATERIAL E MÉTODOS	28
3.1	Caracterização da área experimental	28
3.2	Instalação e condução do experimento	28
3.3	Delineamento experimental	28
3.4	Avaliações físicas e químicas	29
3.5	Incidência de podridões	31
3.6	Análise estatística	32
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
5	CONCLUSÕES	48
	REFERÊNCIAS	49

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de laranja (33,79%) e de suco de laranja (73,83%), consolidando-se como líder global da cadeia citrícola (USDA., 2025; WCO., 2025). Aproximadamente 73% da produção nacional é destinada ao processamento industrial, enquanto o restante atende ao mercado do consumo *in natura* (Vidal, 2024).

A demanda atual por frutas cítricas incluem atributos sensoriais e nutricionais superiores, além de características estéticas, que influenciam diretamente a decisão de compra do consumidor (Blasco *et al.*, 2009; Sdiri *et al.*, 2012), sendo reconhecidas como componente importante da dieta humana, fornecendo benefícios quando consumidas diariamente (Lv *et al.*, 2015). De todas as espécies cítricas cultivadas no mundo, a laranja [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] é a mais importante, sendo caracterizada pelo sabor doce, agradável e aroma fino muito apreciado pelos consumidores (Roussos, 2016).

A cultivar Westin [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck], laranja de ciclo precoce, é amplamente cultivada no Estado de São Paulo, com 5.813 hectares de pomares plantados (Fundecitrus., 2024). Registrada no Registro Nacional de Cultivares (RNC) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) sob o número 02140 (MAPA., 2025), apresentando frutos de alto valor comercial, com peso médio de 145g, casca fina e elevado rendimento de suco, no entanto, a persistência dos frutos na planta após maturação é limitada (Oliveira *et al.*, 2016).

Os frutos cítricos não amadurecem após colhidos, podendo sofrer deteriorações durante o período pós-colheita, como o amolecimento pela perda de umidade e a incidência de doenças (Berk, 2016a; Ejaz *et al.*, 2022). Nos países em desenvolvimento, como o Brasil, as perdas pós-colheita de frutos cítricos variam de 25% a 30% (Ladaniya, 2022a), ao passo que os fungos são responsáveis por perdas entre 25% a 50% dos frutos cítricos no período pós-colheita (Nunes, 2015; Zhang *et al.*, 2017; Solanki *et al.*, 2024).

Os patógenos fúngicos, em especial, o bolor verde [*Penicillium digitatum* (Pers.:Fr.) Sacc.] são as principais causa de perdas em frutos frescos (Spadaro; Droby, 2016; Benato *et al.*, 2018), sendo disseminados por esporos que contaminam campos, instalações e transportes. Após a infecção com a entrada do microrganismo no tecido vegetal, os sintomas se iniciam com mancha mole e exsudação, evoluindo para micélio branco e esporos verde-oliva (Benato *et al.*, 2018).

A dificuldade no controle desta doença reside na capacidade dos propágulos do fungo permanecerem quiescentes nos frutos sadios, emergindo progressivamente na pós-colheita (Terao *et al.*, 2020), sendo controlados predominantemente com fungicidas sintéticos, cuja utilização vem sendo questionada pelos mercados consumidores, porém, novas alternativas mais seguras e eficazes vêm sendo desenvolvidas globalmente (Spadaro; Droby, 2016; Bhatta, 2022; Ladaniya, 2022b).

A manutenção das características e padrões ideais como a coloração uniforme, firmeza e ausência de defeitos durante o armazenamento pós-colheita representam um desafio considerável (Ritenour, 2016). O revestimento dos frutos com cera de carnaúba é o método mais usual, protegendo os frutos contra danos, melhorando o aspecto visual, ampliando sua durabilidade, intensificando o brilho da casca e minimizando desperdícios pós-colheita, sem comprometer a qualidade sensorial das frutas, podendo conter fungicidas misturados em sua composição (Malgarim; Cantillano; Treptow, 2007; Ladaniya, 2022b; Babarabie *et al.*, 2024). Apesar dos benefícios, os revestimentos à base de cera de carnaúba apresentam cristalização termicamente complexa. Isso exige estruturas de aplicação e controle térmico adequados (Müller *et al.*, 2018), o que dificulta seu uso para pequenos produtores que não possuem tecnificação neste processo.

Métodos alternativos, como a indução de resistência por elicitores, para o controle de doenças pós-colheita vêm ganhando espaço no mercado, visando consolidar uma agricultura mais sustentável, com custos mais baixos e segura para o consumidor (Zhou; Wang, 2018; Caicedo-López *et al.*, 2021). Neste contexto, enquadra-se a L-Fenilalanina (Phe), aminoácido essencial também considerada como elicitor da resposta de defesa do fruto, a qual, em pequenas concentrações, pode ativar mecanismos envolvidos no metabolismo secundário (Moreno-Escamilla *et al.*, 2018). A L-Fenilalanina (Phe) é um substrato da enzima PAL, enzima chave na rota dos fenilpropanoides, os quais estão envolvidos com a resistência a pragas e patógenos, produzindo diversos compostos, como o Ácido Salicílico, lignina, flavonoides, taninos e fitoalexinas (Pinto; Ribeiro; Oliveira, 2011; Mierziak; Kostyn; Kulma, 2014; Guest, 2017; Tripathi; Raikhy; Kumar, 2019; Iqbal; Poór, 2025).

Este aminoácido mostrou eficácia no controle de doenças fúngicas em abacate, manga e tangerinas (Kumar Patel *et al.*, 2020; Saidi *et al.*, 2021). Contudo, seus efeitos em indicadores físico-químicos de laranjas, especialmente na cultivar 'Westin', ainda são pouco explorados.

5 CONCLUSÕES

A aplicação de 3 mM de Phe é a concentração ideal para conservação de laranjas 'Westin' sob armazenamento refrigerado, mantendo o equilíbrio entre qualidade física e aparência visual. Sua principal vantagem é a aplicabilidade em propriedades de baixa tecnificação, por dispensar equipamentos complexos, diferentemente de ceras convencionais.

Considerando que ausência de podridões, coloração uniforme e firmeza são indicadores decisivos para a comercialização no mercado *in natura*, recomenda-se que os frutos da laranja 'Westin' sejam comercializados entre 15 e 20 dias de armazenamento refrigerado. Este intervalo apresenta o rendimento máximo de suco (54,10%), perda de massa abaixo de 5% e a melhor relação entre vivacidade e tonalidade da casca, embora o índice mínimo de maturação exigido (9,5) não tenha sido atingido até os dias 26-29, dependendo do tratamento aplicado.

REFERÊNCIAS

- ANESE, R. O.; FRONZA, D. **Fisiologia Pós-Colheita em Fruticultura**. 1. ed. Santa Maria, RS, Brasil: Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria, 2015. ISBN 978-85-63573-89-6.
- AOAC. **Official methods of analysis of AOAC International**. 18. ed. Gaithersburg, MD, USA: AOAC INTERNATIONAL, 2005. ISBN 0-935584-77-3.
- BABARABIE, Mehrdad *et al.* Carnauba wax-based edible coatings retain quality enhancement of orange (*Citrus sinensis* cv. Moro) fruits during storage. **Scientific Reports**, v. 14, n. 1, p. 4133, 19 fev. 2024. doi:10.1038/s41598-024-54556-1.
- BALDWIN, Elizabeth A. Flavor. *In*: **The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks (Agriculture Handbook No. 66)**. Washington, DC: USDA Agricultural Research Service, 2016. p. 128–148.
- BENATO, Eliane Aparecida *et al.* Óleos essenciais e tratamento térmico no controle pós-colheita de bolor verde em laranja. **Summa Phytopathologica**, v. 44, p. 65–71, mar. 2018. doi: 10.1590/0100-5405/175659.
- BERK, Zeki. Chapter 6 - Postharvest changes. *In*: BERK, Zeki (Org.). **Citrus Fruit Processing**. 1. ed. San Diego, USA: Academic Press, 2016a. v. 1 p. 95–105. ISBN 978-0-12-803133-9.
- BERK, Zeki. Chapter 2 - Morphology and chemical composition. *In*: BERK, Zeki (Org.). **Citrus Fruit Processing**. 1. ed. San Diego, USA: Academic Press, 2016b. v. 1 p. 9–54. ISBN 978-0-12-803133-9.
- BEZERRA, E. A.; GONÇALVES, I. L. **Avaliação do pH das variedades de laranja na cidade de Caxias – MA a partir das massas de ácido ascórbico e ácido cítrico anidro na amostra de suco natural**. Disponível em: <<https://www.abq.org.br/simpequi/2008/trabalhos/64-4403.htm>>. Acesso em: 13 mar. 2025.
- BHATTA, Usha K. Alternative Management Approaches of Citrus Diseases Caused by *Penicillium digitatum* (Green Mold) and *Penicillium italicum* (Blue Mold). **Frontiers in Plant Science**, v. 12, 22 fev. 2022. doi:10.3389/fpls.2021.833328.
- BLASCO, José *et al.* Recognition and classification of external skin damage in citrus fruits using multispectral data and morphological features. **Biosystems Engineering**, v. 103, n. 2, p. 137–145, 2009. doi:10.1016/j.biosystemseng.2009.03.009.
- CAICEDO-LÓPEZ, Laura Helena *et al.* Elictores: implicações bioéticas para a agricultura e a saúde humana. v. 29, p. 76–86, 2021. doi:10.1590/1983-80422021291448.

CAMPBELL, CL; MADDEN, LV. **Introdução à epidemiologia de doenças de plantas**. Nova York: John Wiley & Sons, 1990. ISBN 978-0-471-83236-2.

CHEN, Chuying *et al.* Clove Essential Oil as an Alternative Approach to Control Postharvest Blue Mold Caused by *Penicillium italicum* in Citrus Fruit. **Biomolecules**, v. 9, n. 5, p. 197, 21 maio 2019.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças: Fisiologia e Manuseio**. 2. ed. Lavras, MG, Brazil: ESAL: FAEPE, 2005.

CHOO, Wee Sim. Fruit Pigment Changes During Ripening. *In*: MELTON, Laurence; SHAHIDI, Fereidoon; VARELIS, Peter (Orgs.). **Encyclopedia of Food Chemistry**. Oxford: Academic Press, 2019. p. 117–123.

ECFR. **21 CFR 172.320 -- Amino acids**. , 2025. Disponível em: <[https://www.ecfr.gov/current/title-21/part-172/section-172.320#p-172.320\(a\)\(16\)](https://www.ecfr.gov/current/title-21/part-172/section-172.320#p-172.320(a)(16))>. Acesso em: 12 mar. 2025

EJAZ, Shaghef *et al.* Chapter 25 - Strategies to Reduce Postharvest Losses of Citrus Fruits. *In*: **Citrus Production**. 1. ed. Boca Raton, Florida, USA: CRC Press, 2022.

FALCONE FERREYRA, María L.; RIUS, Sebastián P.; CASATI, Paula. Flavonoids: biosynthesis, biological functions, and biotechnological applications. **Frontiers in Plant Science**, v. 3, p. 222, 28 set. 2012.

FAO. **Aqui está um segredo: minimizar a perda de alimentos é mais fácil do que você pensa**. Disponível em: <<https://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/en/c/1606975/>>. Acesso em: 15 mar. 2025.

FATMA, Mehar *et al.* Ethylene Signaling under Stressful Environments: Analyzing Collaborative Knowledge. **Plants**, v. 11, n. 17, p. 2211, jan. 2022.

FERREIRA, Daniel Furtado. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, p. 1039–1042, dez. 2011.

FISCHER, Ivan H.; LOURENÇO, Silvia A.; AMORIM, Lilian. Doenças pós-colheita em citros e caracterização da população fúngica ambiental no mercado atacadista de São Paulo. **Tropical Plant Pathology**, v. 33, p. 219–226, jun. 2008.

FUNDECITRUS. **Inventário e estimativa do cinturão citrícola: safra 2024-2025**. Disponível em: <https://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes_relatorios/2024_06_10_invent%C3%A1rio_e_Estimativa_do_Cinturao_Citricola_2024-2025.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2025.

GCCA. **Oranges (Valencia and Other Round Oranges)**. Disponível em: <<https://www.gcca.org/commodity/oranges-valencia-and-other-round-oranges/>>. Acesso em: 11 mar. 2025.

GUEST, D. I. Phytoalexins, Natural Plant Protection. *In*: THOMAS, Brian; MURRAY, Brian G.; MURPHY, Denis J. (Orgs.). **Encyclopedia of Applied Plant Sciences**. 2. ed. Oxford: Academic Press, 2017. p. 124–128.

HUSSAIN, Syed Bilal *et al.* Índices de maturidade e métodos de colheita para frutas cítricas. *In*: **Produção de Citrinos**. 1ª Edição ed. [S.l.: S.n.]. p. 8.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos/ coordenadores Odair Zenebon. Neus Sadocco Pascuet, Paulo Tiglea**. 4. ed. São Paulo, SP, Brazil: NIT/IAL, 2008.

IQBAL, Nadeem; POÓR, Péter. Plant Protection by Tannins Depends on Defence-Related Phytohormones. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 44, n. 1, p. 22–39, 1 jan. 2025.

KHAN, Ahmad Sattar *et al.* Preharvest Factors That Influence Postharvest Losses of Citrus Fruits. *In*: **Citrus Production**. 1. ed. [S.l.: S.n.].

KHAN, Ahmad Sattar *et al.* Postharvest Physiology of Citrus Fruit. *In*: **Citrus Production**. [S.l.]: CRC Press, 2022b.

KLUGE, Ricardo *et al.* Danos de frio e qualidade de frutas cítricas tratadas termicamente e armazenadas sob refrigeração. **Revista Brasileira De Fruticultura - REV BRAS FRUTIC**, v. 29, 1 ago. 2007.

KNOPP, Glauco da Costa; SOARES, Edna Lisboa Aparecida. Estética e Desperdício de Alimentos: Compreendendo as preferências e as escolhas dos consumidores de frutas, legumes e verduras. **Research, Society and Development**, v. 13, n. 3, p. e11713345365–e11713345365, 29 mar. 2024.

KONICA MINOLTA SENSING AMERICAS, INC. **Compreendendo o Espaço de Cor CIE L*C*h**. Disponível em: <<https://sensing.konicaminolta.us/br/blog/compreendendo-o-espaco-de-cor-cie-lch/>>. Acesso em: 8 abr. 2025.

KÖPPEN, W. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra**. México: Fondo de Cultura Económica, 1948.

KORKINA, L. G. Phenylpropanoids as naturally occurring antioxidants: From plant defense to human health. **Cellular and Molecular Biology**, v. 53, n. 1, p. 15–25, 15 abr. 2007.

KOU, Xiaohong *et al.* Different regulatory mechanisms of plant hormones in the ripening of climacteric and non-climacteric fruits: a review. **Plant Molecular Biology**, v. 107, n. 6, p. 477–497, 1 dez. 2021.

KUMAR PATEL, Manish *et al.* Phenylalanine: A promising inducer of fruit resistance to postharvest pathogens. **Phenylalanine: A promising inducer of fruit resistance to postharvest pathogens.**, v. 9, n. 5, p. 646, 2020.

LA CAMERA, Sylvain *et al.* Metabolic reprogramming in plant innate immunity: the contributions of phenylpropanoid and oxylipin pathways. **Immunological Reviews**, v. 198, p. 267–284, abr. 2004.

LADANIYA, Milind. Chapter 16 - Postharvest disease management with fungicides. *In*: LADANIYA, Milind (Org.). **Citrus Fruit (Second Edition)**. 2. ed. San Diego, USA: Academic Press, 2022a. p. 563–594.

LADANIYA, Milind. Chapter 9 - Preparation for the fresh fruit market. *In*: LADANIYA, Milind (Org.). **Citrus Fruit (Second Edition)**. [S.l.]: Academic Press, 2022b. p. 299–377.

LADANIYA, Milind. Chapter 4 - Preharvest factors. *In*: LADANIYA, Milind (Org.). **Citrus Fruit (Second Edition)**. [S.l.]: Academic Press, 2022c. p. 113–144.

LADANIYA, Milind. Chapter 12 - Storage systems and response of citrus fruits. *In*: LADANIYA, Milind (Org.). **Citrus Fruit (Second Edition)**. 2. ed. San Diego, USA: Academic Press, 2022d. p. 443–493.

LADANIYA, Milind. Chapter 3 - Postharvest losses. *In*: LADANIYA, Milind. (Org.). **Citrus Fruit (Second Edition)**. 2. ed. San Diego, USA: Academic Press, 2022e. p. 93–112.

LAGO, Rafael Carvalho do *et al.* **MODELO PREDITIVO DE ACEITAÇÃO SENSORIAL E PADRÃO MÍNIMO DE QUALIDADE PARA LARANJA ‘PERA RIO’**. UFLA, , 2018. Disponível em: <<http://repositorio.ufla.br/handle/1/29153>>

LI, Zhonghai *et al.* EFFECT OF CHITOSAN AND CACL2 ON SENESCENCE AND MEMBRANE LIPID PEROXIDATION OF POSTHARVEST KUMQUAT FRUITS. **Acta Horticulturae**, n. 769, p. 259–264, jun. 2008.

LISBOA, Antonio Marcos Gomes *et al.* Revestimentos comestíveis na conservação pós-colheita da laranja ‘Natal CNPMF 112’. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 44, n. 1, p. 329–342, 20 mar. 2023.

LITWACK, Gerald. Chapter 13 - Metabolism of Amino Acids. *In*: LITWACK, Gerald (Org.). **Human Biochemistry**. Boston: Academic Press, 2018. p. 359–394.

LIU, Zhaoguo *et al.* Phenylalanine enhances the efficiency of sodium dehydroacetate to control citrus fruit decay by stimulating reactive oxygen metabolism and phenylpropanoid pathway. **Postharvest Biology and Technology**, v. 222, p. 113392, 1 abr. 2025.

LUFU, Robert; AMBAW, Alemayehu; OPARA, Umezuruike Linus. Water loss of fresh fruit: Influencing pre-harvest, harvest and postharvest factors. **Scientia Horticulturae**, v. 272, p. 109519, 15 out. 2020.

LUMIVERO. **XLSTAT | Software Estatístico para Excel**. Disponível em: <<https://www.xlstat.com/>>. Acesso em: 17 jun. 2025.

LV, Xinmiao *et al.* Citrus fruits as a treasure trove of active natural metabolites that potentially provide benefits for human health. **Chemistry Central Journal**, v. 9, p. 68, 24 dez. 2015.

MAEDA, Hiroshi; DUDAREVA, Natalia. The Shikimate Pathway and Aromatic Amino Acid Biosynthesis in Plants. **Annual Review of Plant Biology**, v. 63, n. Volume 63, 2012, p. 73–105, 2 jun. 2012.

MALGARIM, Marcelo Barbosa; CANTILLANO, Rufino Fernando Flores; TREPTOW, Rosa de Oliveira. Armazenamento refrigerado de laranjas cv. Navelina em diferentes concentrações de cera à base de carnaúba. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 29, n. 1, p. 99–105, 20 ago. 2007.

MAMARI, Hamad H. Al. Phenolic Compounds: Classification, Chemistry, and Updated Techniques of Analysis and Synthesis. *In: Phenolic Compounds - Chemistry, Synthesis, Diversity, Non-Conventional Industrial, Pharmaceutical and Therapeutic Applications*. [S.l.]: IntechOpen, 2021.

MAPA. **CultivarWeb - Registro Nacional de Cultivares - RNC**. Disponível em: <https://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php>. Acesso em: 21 mar. 2025.

MELO, C. L. *et al.* Aplicação de Recobrimento de Fécula de Batata para a Conservação de Tomates. **Revista Tecnológica**, v. 25, n. 1, p. 119–128, 2016.

MELO, Jardel de Mesquita. **Qualidade e compostos bioativos de cultivares de laranjas e tangerinas introduzidas no território da borborema paraibano**. TCC—Areia, PB, Brazil: Universidade Federal da Paraíba, 19 jul. 2021.

MENEZES, J. L. R. *et al.* **Relação entre perda de massa e açúcares totais em mamões armazenados em diferentes condições**. Disponível em: <<https://www.abq.org.br/cbq/2021/trabalhos/10/24184-15703.html>>. Acesso em: 27 maio. 2025.

MIERZIAK, Justyna; KOSTYN, Kamil; KULMA, Anna. Flavonoids as Important Molecules of Plant Interactions with the Environment. **Molecules**, v. 19, n. 10, p. 16240–16265, out. 2014.

MINITAB. **Minitab Statistical Software: Data Analysis, Statistical Software. Versão 18**. State College, PA: Minitab, LLC, 2017. Disponível em: <<https://www.minitab.com>>. Acesso em: 24 mar. 2025.

MORENO-ESCAMILLA, Jesús O. *et al.* Chapter 3 - Effect of Elicitors in the Nutritional and Sensorial Quality of Fruits and Vegetables. *In*: SIDDIQUI, Mohammed Wasim (Org.). **Preharvest Modulation of Postharvest Fruit and Vegetable Quality**. 1. ed. San Diego, USA: Academic Press, 2018. p. 71–91.

MÜLLER, M. G. *et al.* On the properties and application of beeswax, carnauba wax and palm fat mixtures for hot melt coating in fluidized beds. **Advanced Powder Technology**, v. 29, n. 3, p. 781–788, 1 mar. 2018.

MULTARI, Salvatore *et al.* Monitoring the changes in phenolic compounds and carotenoids occurring during fruit development in the tissues of four citrus fruits. **Food Research International (Ottawa, Ont.)**, v. 134, p. 109228, ago. 2020.

NASCIMENTO, Fernanda Varela; BENDER, Renan João. Capítulo 14. Colheita e pós-colheita. *In*: **Citricultura do Rio Grande do Sul: indicações técnicas**. 1. ed. Porto Alegre, RS, Brazil: Secretaria da Agricultura, Pecuária e Irrigação - SEAPI; DDPA, 2018. p. 235–243.

NELSON, N. A. Photometric adaptation of the Somogy method for the determination of glucose. v. 153, p. 375–380, 1944.

NEVES, Mariana; CORREIA, Sandra; CANHOTO, Jorge. Etileno. **Revista de Ciência Elementar**, v. 12, n. 2, 2024.

NING, Yuese; LIU, Wende; WANG, Guo-Liang. Balancing Immunity and Yield in Crop Plants. **Trends in Plant Science**, v. 22, n. 12, p. 1069–1079, 1 dez. 2017.

NTP. **National Toxicology Program, Institute of Environmental Health Sciences, National Institutes of Health (NTP). 1992. National Toxicology Program Chemical Repository Database. Research Triangle Park, North Carolina.** Disponível em: <<https://ntpsearch.niehs.nih.gov/?query=phenylalanine>>. Acesso em: 12 mar. 2025.

NUNES, Cecilia do Nascimento. Reducing Food Waste: A Global Challenge. *In*: **Reducing food waste: a global challenge. Cultures Magazine: American Society of Microbiology**. Maryland, USA: CPS Communication Production Services, Inc., 2015. v. 2 p. 28–39.

OLIVEIRA, Roberto Pedroso de *et al.* **“Westin”, Laranjeira produtiva de meia-estação e dupla finalidade**. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1052769/1/Folderwestin.pdf>>. Acesso em: 13 fev. 2025.

OLIVEIRA, Roberto P. *et al.* **Cultivares de citros recomendadas pela Embrapa Clima Temperado para o Rio Grande do Sul em 2014**. , 2014. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1052695/1/VersaoatualizadaDocumento399.pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2025

PACHECO, Camilla de Andrade *et al.* Qualidade pós-colheita de um híbrido do tipo Ponkan de maturação tardia. **Qualidade pós-colheita de um híbrido do tipo Ponkan de maturação tardia**, v. 34, n. 2, p. 39–45, 2013.

PASSOS, Orlando Sampaio *et al.* **Laranjeira “Westin CNPMF”: nova opção para a citricultura de mesa.** , 2009. Disponível em:

<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/655317/1/FolderWestin.pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2025

PINTO, Marcio dos Santos Teixeira; RIBEIRO, Juliana Martins; OLIVEIRA, Eduardo Alves Gamosa de. O estudo de genes e proteínas de defesa em plantas. **O estudo de genes e proteínas de defesa em plantas.**, v. 9, n. 2, p. 241–248, 2011.

PUBCHEM. **Phenylalanine**. Disponível em:

<<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/6140>>. Acesso em: 12 mar. 2025.

RÊGO, Elizanilda Ramalho do *et al.* **Fisiologia e manejo pós-colheita de flores, frutos e hortaliças.** 1. ed. João Pessoa, PB, Brazil: Editora UFPB, 2023.

RITENOUR, Mark A. Orange. *In: The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks (Agriculture Handbook No. 66)*. Washington, DC: USDA Agricultural Research Service, 2016. p. 441–446.

RIZZO, Matteo *et al.* Fruit ripeness classification: A survey. **Artificial Intelligence in Agriculture**, v. 7, p. 44–57, 1 mar. 2023.

ROUSSOS, Peter A. Laranja (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck). *In: SIMMONDS, Monique S. J.; PREEDY, Victor R. (Orgs.). Nutritional Composition of Fruit Cultivars*. San Diego: Academic Press, 2016. p. 469–496.

SAIDI, Lilah *et al.* Elicitation of fruit defense response by active edible coatings embedded with phenylalanine to improve quality and storability of avocado fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 174, p. 111442, 1 abr. 2021.

SALCEDO CEDENO, Francisco José. **Influência de cinco porta-enxertos na intensidade de stem pitting de tristeza, no vigor e na produtividade da laranjeira ‘Westin’, *Citrus sinensis* (L.) Osbeck.** text—[S.l.]: Universidade de São Paulo, 31 maio 1984.

SALTVEIT, Mikal E. Respiratory Metabolism. *In: The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks (Agriculture Handbook No. 66)*. Washington, DC: USDA Agricultural Research Service, 2016. p. 68–75.

SCHWARZ, Sergio Francisco; SOUZA, Elisabeth L. de S.; OLIVEIRA, Roberto Pedroso de. Capítulo 4. Características das variedades copa. *In: Citricultura do Rio Grande do Sul: indicações técnicas.* 1. ed. Porto Alegre, RS, Brazil: Secretaria da Agricultura, Pecuária e Irrigação - SEAPI; DDPa, 2018. p. 61-78.

SDIRI, Sawsen *et al.* Phenolic composition, organic acids, sugars, vitamin C and antioxidant activity in the juice of two new triploid late-season mandarins. **Food Research International**, v. 49, n. 1, p. 462–468, 1 nov. 2012.

SEMCO. **Informações sobre o resfriamento e armazenamento pós-colheita da laranja**. Disponível em: <<https://semcoice.com/post-harvest-cooling-storage-facts-oranges/>>. Acesso em: 12 jun. 2025.

SENAR. **Fruticultura: colheita, pós colheita e comercialização**. 2. ed. Brasília, DF: Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR)., 2017.

SIMS, Daniel; GAMON, John. Relationships Between Leaf Pigment Content and Spectral Reflectance Across a Wide Range of Species, Leaf Structures and Developmental Stages. **Remote Sensing of Environment**, v. 81, p. 337–354, 1 ago. 2002.

SIQUEIRA, Dalmo Lopes de; SALOMÃO, Luiz Carlos C. **Citros do Plantio à Colheita**. 1. ed. Viçosa, MG, Brazil: Editora UFV, 2017.

SOLANKI, Manoj Kumar *et al.* From orchard to table: Significance of fruit microbiota in postharvest diseases management of citrus fruits. **Food Control**, v. 165, p. 110698, 1 nov. 2024.

SPADARO, Davide; DROBY, Samir. Development of biocontrol products for postharvest diseases of fruit: The importance of elucidating the mechanisms of action of yeast antagonists. **Trends in Food Science & Technology**., v. 47, p. 39–49, 1 jan. 2016.

STABLE MICRO SYSTEMS LTD. **75mm Compression Platen**. Disponível em: <<https://www.stablemicrosystems.com/texture-analysis/probes/75mm-compression-platen/>>. Acesso em: 8 abr. 2025a.

STABLE MICRO SYSTEMS LTD. **Análise de textura de frutas e vegetais**. Disponível em: <<https://www.stablemicrosystems.com/FruitAndVegetableTesting.html>>. Acesso em: 8 abr. 2025b.

SUN, Tianhu *et al.* Carotenoid Metabolism in Plants: The Role of Plastids. **Molecular Plant**, v. 11, n. 1, p. 58–74, 8 jan. 2018.

SWAIN, T.; HILLIS, W. E. The phenolic constituents of *Prunus pérsica* domestic: the quantitative analysis of phenolic constituents. v. 10, p. 63–68, 1959.

SYSTAT SOFTWARE INC. **SigmaPlot**. Disponível em: <<https://sigmaplot.softonic.com.br>>. Acesso em: 24 mar. 2025.

TANAKA, Yoshikazu; SASAKI, Nobuhiro; OHMIYA, Akemi. Biosynthesis of plant pigments: anthocyanins, betalains and carotenoids. **The Plant Journal**, v. 54, n. 4, p. 733–749, 1 maio 2008.

TERAO, Daniel *et al.* **Métodos de controle alternativo do bolor-verde em laranja**. 1. ed. Jaguariúna, SP, Brazil: Embrapa Meio Ambiente, 2020.

TRIPATHI, Diwaker; RAIKHY, Gaurav; KUMAR, Dharendra. Chemical elicitors of systemic acquired resistance—Salicylic acid and its functional analogs. **Current Plant Biology**, Plant-Pathogen Interactions and their Control: Conventional vs. Modern Approach. v. 17, p. 48–59, 1 jan. 2019.

USDA. **Citrus: World Markets and Trade**. Disponível em: <<https://www.fas.usda.gov/data/citrus-world-markets-and-trade-01302025>>. Acesso em: 20 mar. 2025.

VANETTEN, Hans D. *et al.* Two Classes of Plant Antibiotics: Phytoalexins versus “Phytoanticipins”. **The Plant Cell**, v. 6, n. 9, p. 1191–1192, 1994.

VIDAL, Maria de Fátima. Citricultura (Laranja): v. 9, n. 328, março, 2024. **Caderno Setorial ETENE**, v. 9, p. 13, 19 abr. 2024.

VOLPE, Clovis Alberto; SCHÖFFEL, Edgar Ricardo; BARBOSA, José Carlos. Influence of the accumulated heat unit and rainfall on the ratio and technological index of sweet oranges “Valência” and “Natal”. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, p. 436–441, ago. 2002.

WANG, Ruyi; WANG, Guo-Liang; NING, Yuese. PALs: Emerging Key Players in Broad-Spectrum Disease Resistance. **Trends in Plant Science**, v. 24, n. 9, p. 785–787, 1 set. 2019.

WARPEHA, Katherine M. Recent Advances in Seedling Research: Phenylalanine and Phenylalanine Ammonia-Lyase (PAL). *In*: LÜTTGE, Ulrich *et al.* (Orgs.). **Progress in Botany Vol. 85**. Cham: Springer Nature Switzerland, 2024. p. 139–166.

WCO. **Citrus Market Trends**. Disponível em: <<https://worldcitrusorganisation.org/facts-and-figures/>>. Acesso em: 20 mar. 2025.

WISNIEWSKI, Michael *et al.* Alternative management technologies for postharvest disease control: The journey from simplicity to complexity. **Postharvest Biology and Technology**, Alternatives to the use of synthetic fungicides for the control of postharvest decay of fruit and vegetables: current status and future perspectives. v. 122, p. 3–10, 1 dez. 2016.

YIN, Tuo *et al.* Comparative analysis of the PAL gene family in nine citrus species provides new insights into the stress resistance mechanism of Citrus species. **BMC Genomics**, v. 25, n. 1, p. 1020, 31 out. 2024.

ZADOKS, J. C. On the Conceptual Basis of Crop Loss Assessment: The Threshold Theory. **Annual Review of Phytopathology**, v. 23, n. Volume 23, p. 455–473, 1 set. 1985.

ZHANG, Hongyin *et al.* Augmentation of biocontrol agents with physical methods against postharvest diseases of fruits and vegetables. **Trends in Food Science & Technology**, v. 69, p. 36–45, 1 set. 2017.

ZHOU, Mian; WANG, Wei. Recent Advances in Synthetic Chemical Inducers of Plant Immunity. **Frontiers in Plant Science**, v. 9, p. 1613, 2018.