



CAÍKE DE SOUSA PEREIRA

**ESTRATÉGIAS PARA ARMAZENAMENTO, GERMINAÇÃO
E DESENVOLVIMENTO DE PORTA-ENXERTOS DE
ABACATEIRO**

**LAVRAS – MG
2025**

CAÍKE DE SOUSA PEREIRA

**ESTRATÉGIAS PARA ARMAZENAMENTO, GERMINAÇÃO E
DESENVOLVIMENTO DE PORTA-ENXERTOS DE ABACATEIRO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração Produção Vegetal, para a obtenção do título de Doutor.

Prof (a). Dr. Rafael Pio
Orientador

Prof (a). Dr. Pedro Maranhã Peche
Coorientador

**LAVRAS – MG
2025**

Ficha de identificação da obra elaborada pelo(a) autor(a) através do Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA.

Pereira, Caíke de Sousa.

Estratégias para armazenamento, germinação e desenvolvimento de porta-enxertos de abacateiro / Caíke de Sousa Pereira. 2025.

40 p. : il.

Orientador: Rafael Pio

Coorientador: Pedro Maranhã Peche

Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, 2025.

Bibliografia.

1. *Persea americana*. 2. incisão. 3. propagação. I. Pio, Rafael. II. Maranhã Peche, Pedro. III. Universidade Federal de Lavras. IV. Título.

CAÍKE DE SOUSA PEREIRA

**ESTRATÉGIAS PARA ARMAZENAMENTO, GERMINAÇÃO E
DESENVOLVIMENTO DE PORTA-ENXERTOS DE ABACATEIRO**

**STRATEGIES FOR STORAGE, GERMINATION AND DEVELOPMENT OF
AVOCADO ROOTSTOCKS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Doutor.

APROVADO em 27 de março de 2025.

| | |
|--------------------------------|--------|
| Dr. Rafael Pio | UFLA |
| Dr. Pedro Maranhã Peche | UFLA |
| Dra. Leila Aparecida Sales Pio | UFLA |
| Dra. Carolina Ruiz Zambon | EPAMIG |
| Dr. Pedro Henrique Abreu Moura | EPAMIG |

Prof (a). Dr. Rafael Pio
Orientador

Prof (a). Dr. Pedro Maranhã Peche
Coorientador

**LAVRAS – MG
2025**

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade Federal de Lavras, que me concedeu a oportunidade de realizar o curso de Pós-graduação em nível de doutorado. Ao Departamento de Agricultura (DAG), à Escola de Ciências Agrárias de Lavras (ESAL) e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia.

À minha família, em especial aos meus pais, Antônio Lourivaldo Pereira e Márcia Maria Fernandes de Sousa Pereira e, minhas irmãs, Simone de Sousa Pereira e Fernanda de Sousa Pereira, que me apoiaram durante esta e todas as outras jornadas.

Ao orientador Prof. Dr. Rafael Pio por todos os ensinamentos. Ao coorientador Prof. Dr. Pedro Maranhã Peche por todo empenho e dedicação.

Aos colegas, professores e funcionários do Setor de Fruticultura do DAG/ESAL, por toda a ajuda e participação fundamental no desenvolvimento deste trabalho, por compartilharem comigo suas experiências e me auxiliarem a crescer profissionalmente. Aos funcionários, técnicos e terceirizados.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos e minha eterna gratidão!

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

RESUMO

Objetivou-se com o presente trabalho avaliar o impacto da remoção do tegumento e do corte apical da semente de abacate nos parâmetros de germinação, além de analisar o potencial germinativo de quatro cultivares de abacate como porta-enxerto ('Breda', 'Fortuna', 'Margarida' e 'Quintal') e a viabilidade de armazenar ramos porta-borbulhas para antecipar a produção de mudas para o sudeste brasileiro. Os abacates foram coletados no início de fevereiro e todos os experimentos foram realizados em telado com sombrite de 50% de sombreamento. No primeiro experimento, foram utilizados diferentes tratamentos nas sementes: caroço sem tegumento e sem corte; caroço sem tegumento e com corte; caroço com tegumento e sem corte; caroço com tegumento e com corte. No segundo experimento foram utilizados quatro cultivares de abacateiro: 'Breda', 'Fortuna', 'Margarida' e 'Quintal'. Os tegumentos de todos os caroços foram removidos. Em ambos os experimentos, as sementes foram semeadas em sacolas plásticas com capacidade de 2,5 litros, preenchidas com substrato comercial composto por casca de pinus e avaliou-se a porcentagem de germinação e o comprimento das plantas. No terceiro experimento, ramos porta-borbulhas da cultivar 'Margarida', foram submetidos a três tratamentos: imersão em hipoclorito de sódio a 1% por 10 minutos, fungicida Captan 500 a 1% por 10 minutos e lavagem com água destilada. Em seguida, foram envolvidos com papel toalha umedecido e acondicionados em sacos plásticos transparentes e submetidos a diferentes tempos de armazenamento: 0, 15, 30, 45 e 60 dias, em geladeira a uma temperatura média de 4°C. Após esse período, realizou-se a enxertia por garfagem e avaliou-se a porcentagem de pegamento e o comprimento do enxerto. Os resultados demonstraram que a remoção do tegumento das sementes aumentou a taxa de germinação e o comprimento do porta-enxerto. As cultivares 'Breda' e 'Quintal' destacaram-se como as melhores opções para porta-enxertos, apresentando maior porcentagem de germinação e crescimento. Além disso, o tratamento com fungicida mostrou-se eficaz para o armazenamento de materiais propagativos por até 30 dias, mantendo a viabilidade dos ramos para enxertia.

Palavras-chave: *Persea americana*; incisão; enxertia; propagação.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the impact of seed coat removal and apical cutting of avocado seeds on germination parameters, as well as to analyze the germination potential of four avocado cultivars as rootstocks ('Breda', 'Fortuna', 'Margarida', and 'Quintal') and the viability of storing budwood branches to anticipate seedling production for southeastern Brazil. The avocados were collected in early February, and all experiments were conducted under 50% shade netting. In the first experiment, seeds underwent the following treatments: seed without coat and without cut; seed without coat and with cut; seed with coat and without cut; seed with coat and with cut. In the second experiment, four avocado cultivars were used: 'Breda', 'Fortuna', 'Margarida', and 'Quintal'. The seed coats of all seeds were removed. In both experiments, the seeds were sown in 2.5-liter plastic bags filled with commercial substrate composed of pine bark, and germination percentage and plant height were evaluated. In the third experiment, budwood branches of the 'Margarida' cultivar were subjected to three treatments: immersion in 1% sodium hypochlorite for 10 minutes, 1% Captan 500 fungicide for 10 minutes, and rinsing with distilled water. The branches were then wrapped in moistened paper towels, placed in transparent plastic bags, and stored for 0, 15, 30, 45, and 60 days in a refrigerator at an average temperature of 4°C. After this period, wedge grafting was performed, and graft take rate and scion length were evaluated. The results showed that seed coat removal increased germination rate and rootstock length. The cultivars 'Breda' and 'Quintal' stood out as the best options for rootstocks, showing higher germination percentages and growth. Furthermore, treatment with fungicide proved effective for storing propagative material for up to 30 days, maintaining the viability of budwood for grafting.

Keywords: *Persea americana*; incision; grafting; propagation.

INDICADORES DE IMPACTO

A produção de mudas de abacateiro de alta qualidade é essencial para a implantação de pomares produtivos e sustentáveis. O presente estudo avaliou estratégias para otimizar a germinação de sementes, o desenvolvimento de porta-enxertos e o armazenamento de ramos porta-borbulhas, possibilitando a enxertia em períodos estratégicos. Os resultados obtidos demonstram que a remoção do tegumento das sementes favorece a germinação e o crescimento inicial dos porta-enxertos, enquanto o armazenamento de ramos porta-borbulhas pode ser viável por até 30 dias quando tratado com fungicida, permitindo maior flexibilidade na enxertia. O armazenamento adequado e o uso de tratamentos químicos na conservação de ramos porta-borbulhas contribuem para a redução de perdas e o melhor aproveitamento do material propagativo, beneficiando viveiristas e produtores. Além disso, a escolha de cultivares com maior taxa de germinação e crescimento inicial acelerado pode otimizar a formação de mudas, reduzindo o tempo necessário para a enxertia e aumentando a eficiência do sistema produtivo. A implementação dessas estratégias pode otimizar o planejamento da produção e reduzir perdas de material propagativo. Socialmente, a maior disponibilidade de mudas pode favorecer pequenos e médios produtores, promovendo a geração de empregos e fortalecendo a agricultura familiar. Tecnicamente, os avanços no armazenamento de ramos porta-borbulhas e no manejo das sementes representam uma inovação no setor de produção de mudas. Dessa forma, o estudo contribui para a modernização da fruticultura, oferecendo alternativas para a produção contínua de mudas de abacateiro em períodos de escassez. O aprimoramento dessas técnicas pode beneficiar a cadeia produtiva como um todo, viabilizando pomares mais produtivos e sustentáveis, além de impulsionar a adoção de práticas agrícolas inovadoras e eficientes.

IMPACT INDICATORS

The production of high-quality avocado seedlings is essential for the establishment of productive and sustainable orchards. This study evaluated strategies to optimize seed germination, rootstock development, and the storage of budwood branches, enabling grafting at strategic times. The results showed that seed coat removal promotes germination and early rootstock growth, while budwood branch storage can be viable for up to 30 days when treated with fungicide, allowing greater flexibility for grafting. Proper storage and the use of chemical treatments in the preservation of budwood branches help reduce losses and improve the use of propagative material, benefiting nursery growers and producers. Additionally, selecting cultivars with higher germination rates and faster initial growth can optimize seedling formation, reducing the time needed for grafting and increasing the efficiency of the production system. The implementation of these strategies can improve production planning and reduce losses of propagative material. Socially, the increased availability of seedlings can benefit small and medium-sized producers, promoting job creation and strengthening family farming. Technologically, advances in budwood branch storage and seed management represent an innovation in the seedling production sector. Thus, this study contributes to the modernization of fruit growing by offering alternatives for the continuous production of avocado seedlings during periods of scarcity. The improvement of these techniques can benefit the entire production chain, enabling more productive and sustainable orchards and fostering the adoption of innovative and efficient agricultural practices.

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| PRIMEIRA PARTE..... | 12 |
| 1 INTRODUÇÃO GERAL..... | 12 |
| REFERÊNCIAS | 15 |
| SEGUNDA PARTE..... | 17 |
| ARTIGO 1 – Estratégias para armazenamento, germinação e desenvolvimento de porta- enxertos de abacateiro | 17 |
| 1 INTRODUÇÃO | 18 |
| 2 MATERIAL E MÉTODOS..... | 20 |
| a. Avaliação da germinação de caroços de abacate com diferentes tratamentos | 20 |
| b. Potencial germinativo e desenvolvimento inicial de cultivares de abacateiro para produção de porta-enxertos | 22 |
| c. Enxertias em ramos armazenados sob diferentes tratamentos..... | 24 |
| 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 25 |
| a. Avaliação da germinação de caroços de abacate com diferentes tratamentos | 25 |
| b. Potencial germinativo e desenvolvimento inicial de cultivares de abacateiro para produção de porta-enxertos | 28 |
| c. Enxertias em ramos armazenados sob diferentes tratamentos..... | 33 |
| 4 CONCLUSÃO | 37 |
| REFERÊNCIAS | 38 |

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO GERAL

Originário no perímetro entre a América Central e do Sul, o abacateiro (*Persea americana* Mill.) é uma importante fruteira pertencente à família Lauraceae, que produz frutos comestíveis, principalmente em regiões tropicais e subtropicais, embora atualmente seja cultivada em todo o mundo (Rojas-García *et al.*, 2022). Estima-se que, anualmente, cerca de seis milhões de toneladas de abacate sejam produzidas globalmente (Salazar-López *et al.*, 2020), sendo considerada a fruta subtropical com maior crescimento de produção nos últimos anos.

Países como México, Colômbia, Peru e República Dominicana são os principais produtores da fruta, sendo o Brasil o sétimo colocado no ranking mundial, com uma produção estimada em 338.238 toneladas (FAO, 2025). Dentre os estados brasileiros, São Paulo (183.364 t) se destaca como o maior produtor, seguido por Minas Gerais (122.348 t), que juntos, representando mais de 70% da produção nacional (IBGE, 2025). O crescimento da área cultivada de abacateiros é impulsionado pela alta demanda e pela atratividade econômica dessa atividade.

Outro aspecto que agrega valor ao cultivo é a composição nutricional peculiar do abacate, que apresenta propriedades organolépticas distintas em relação a outras frutas. Composto principalmente por gorduras monoinsaturadas saudáveis, como o ácido oléico, substância associada à redução do risco de doenças cardiovasculares (Cervantes-Paz; Yahia, 2021). Além disso, a fruta é uma excelente fonte de fibras, vitaminas (lipossolúveis) e minerais, especialmente potássio, zinco e ferro, podendo ser consumida ao natural (Ford *et al.*, 2023) ou utilizada em saladas, sobremesas, vitaminas, entre outros preparos. Apresenta também grande potencial econômico devido ao aproveitamento de seus componentes na indústria farmacêutica, de cosméticos e de biocombustível (Tsfaye *et al.*, 2022).

O aumento na demanda por abacate tem impulsionado a expansão das áreas de cultivo, mas também apresenta desafios significativos (De La Vega-Rivera; Merino-Pérez, 2021). Para garantir bons resultados na produção de frutos, é essencial adotar um manejo cultural eficiente, que começa com a escolha de mudas de alta qualidade, a correta implantação e práticas agrícolas adequadas. Nesse contexto, a seleção do porta-enxerto torna-se crucial, pois influencia diretamente aspectos como o vigor e a sanidade das mudas, além de impactar a produtividade e a qualidade dos frutos (Fischer *et al.*, 2020). Contudo, apesar dos avanços

tecnológicos, ainda há lacunas em relação às cultivares mais adequadas como porta-enxerto, o que reforça a necessidade de estudos específicos sobre o tema.

A produção de porta-enxertos é realizada a partir de sementes dos frutos (caroços), porém, observa-se uma variabilidade na velocidade e na taxa de germinação, bem como no comprimento e diâmetro do material necessário para a enxertia. Essa variação pode ser atribuída a diversos fatores, incluindo a impermeabilidade da casca do caroço, que dificulta a germinação do embrião e, a presença do tegumento (película) aderido ao caroço, que pode atuar como uma barreira ao processo germinativo. Como possível solução, tem-se sugerido a retirada do tegumento e o corte na região apical da semente (Bergh *et al.*, 1988), porém, ainda não está claro o impacto real dessas práticas na aceleração da germinação.

Atualmente, várias técnicas de propagação são utilizadas em viveiros de abacate, sendo a enxertia de garfagem a mais comumente utilizada (Sampaio; Whately, 2022). Contudo, embora os abacateiros consigam produzir materiais propagativos praticamente durante todo o ano, a quantidade e a qualidade são inferiores ao período pré-florada (Fornazier *et al.*, 2023), sendo essencial sincronizar o desenvolvimento do porta-enxerto com a época de coleta dos garfos em campo (Sampaio; Whately, 2022).

Logo, a crescente demanda por mudas de abacateiro ao longo do ano tem se mostrado um problema para os viveiristas, que conseguem atender a essa necessidade apenas em períodos específicos. Sendo necessárias pesquisas que viabilizem o escalonamento da produção de mudas para fornecimento durante todo o ano, especialmente no início das estações chuvosas no sudeste brasileiro, em setembro e outubro, quando a demanda é maior. Uma solução seria o armazenamento dos ramos porta-borbulhas, permitindo maior aproveitamento do material propagativo, maior disponibilidade de mudas e melhor organização das atividades no viveiro. O armazenamento a baixa temperatura surge como alternativa viável, já testada em culturas como citros (Maciel; Souza; Schäfer., 2008), marmelo (Celant *et al.*, 2010) e caqui (Peché *et al.*, 2016).

No entanto, períodos prolongados de armazenamento, mesmo sob refrigeração, frequentemente resultam em ataques de fungos no material propagativo armazenado. Embora o frio diminua a atividade de certos microrganismos, ele não os elimina completamente, sendo necessário o uso de fungicidas. A eficácia desses produtos depende de fatores como a suscetibilidade do material vegetal, a temperatura e a umidade do ambiente (Eckert, Sommer, 1967). Para viveiristas e produtores, é fundamental saber por quanto tempo os ramos porta-borbulhas permanecem viáveis e qual o método mais eficiente para preservá-los, informações essenciais para o planejamento das operações de enxertia. Contudo, ainda há

poucos estudos sobre o armazenamento de ramos porta-borbulhas de abacateiro, especialmente em relação ao uso de fungicidas durante esse período.

Assim, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o impacto da remoção do tegumento e do corte apical da semente de abacate nos parâmetros de germinação, além de analisar o potencial germinativo de quatro cultivares de abacate como porta-enxerto ('Breda', 'Fortuna', 'Margarida' e 'Quintal') e a viabilidade de armazenar ramos porta-borbulhas para antecipar a produção de mudas para o sudeste brasileiro.

REFERÊNCIAS

- BERGH, Bob. The effect of pretreatments on avocado seed germination. **California Avocado Society Yearbook**, v. 72, p. 215-221, 1988.
- CAÑAS-GUTIÉRREZ, Gloria Patricia *et al.* Inheritance of yield components and morphological traits in avocado cv. Hass from “criollo” “elite trees” via half-sib seedling rootstocks. **Frontiers in plant science**, v. 13, p. 843099, 2022. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.843099>
- CELANT, Viviane Marcela *et al.* Armazenamento a frio de ramos porta-borbulhas e métodos de enxertia de cultivares de marmeleiro. **Ciência Rural**, v. 40, p. 20-24, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782009005000223>
- CERVANTES-PAZ, Braulio; YAHIA, Elhadi M. Avocado oil: Production and market demand, bioactive components, implications in health, and tendencies and potential uses. **Comprehensive reviews in food science and food safety**, v. 20, n. 4, p. 4120-4158, 2021. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12784>
- DE LA VEGA-RIVERA, Alfonso; MERINO-PÉREZ, Leticia. Socio-environmental impacts of the avocado boom in the Meseta Purépecha, Michoacán, Mexico. **Sustainability**, v. 13, n. 13, p. 7247, 2021. <https://doi.org/10.3390/su13137247>
- ECKERT, James William; SOMMER, Nathan Franklin. Control of diseases of fruit and vegetables by postharvest treatment. **Annual Review of Phytopathology**, v. 5, p. 391-433, 1967. <https://doi.org/10.1146/annurev.py.05.090167.002135>
- FAO. Faostat Rome, **Food and Agriculture Organization of the United Nations**, 2024. Disponível em: < <https://www.fao.org/faostat/en/#data> >. Acesso em: 15 mar. 2025.
- FISCHER, Ivan Herman *et al.* Aggressiveness of *Phytophthora cinnamomi* in avocado seedlings and effect of pathogen inoculum concentration and substrate flooding periods on root rot and development of the plants. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 42, p. e-352, 2020. <https://doi.org/10.1590/0100-29452020352>
- FORD, Nikki A. *et al.* Nutritional composition of Hass avocado pulp. **Foods**, v. 12, n. 13, p. 2516, 2023. <https://doi.org/10.3390/foods12132516>
- FORNAZIER, Maurício José *et al.* **Enxertia do abacateiro: orientações para viveiro e campo**. Vitória, ES: Incaper, 2023.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal - Tabela 1613**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1613>>. Acesso em: 09 mar. 2025.
- MACIEL, Hardi Schmatz; SOUZA, Paulo Vitor Dutra De; SCHÄFER, Gilmar. Viabilidade de borbulhas de citros coletadas de ambiente protegido e mantidas em frigoconservação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, p. 241-245, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452008000100044>

PECHE, Pedro Maranha *et al.* Cold storage of budsticks/clefts for staggered grafting in persimmon trees. **Ciência Rural**, v. 46, p. 1344-1349, 2016. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20150665>

ROJAS-GARCÍA, Alejandro *et al.* Biological evaluation of avocado residues as a potential source of bioactive compounds. **Antioxidants**, v. 11, n. 6, p. 1049, 2022. <https://doi.org/10.3390/antiox11061049>

SALAZAR-LÓPEZ, Norma Julieta *et al.* Avocado fruit and by-products as potential sources of bioactive compounds. **Food Research International**, v. 138, p. 109774, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109774>

SAMPAIO, Aloísio Costa; WHATELY, Maria Cecília. **Abacaticultura sustentável**. [s.l.] Atena Editora, 2022. <https://doi.org/10.22533/at.ed.643222704>

TESFAYE, Tamrat *et al.* Beneficiation of avocado processing industry by-product: A review on future prospect. **Current Research in Green and Sustainable Chemistry**, v. 5, p. 100253, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.crgsc.2021.100253>

SEGUNDA PARTE

ARTIGO 1 – Estratégias para armazenamento, germinação e desenvolvimento de porta-enxertos de abacateiro

PEREIRA, Caíke de Sousa. Estratégias para armazenamento, germinação e desenvolvimento de porta-enxertos de abacateiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 2025. (versão preliminar)

Resumo

Objetivou-se com o presente trabalho avaliar o impacto da remoção do tegumento e do corte apical da semente de abacate nos parâmetros de germinação, além de analisar o potencial germinativo de quatro cultivares de abacate para porta-enxerto ('Breda', 'Fortuna', 'Margarida' e 'Quintal') e a viabilidade de armazenar ramos porta-borbulhas para antecipar a produção de mudas para o sudeste brasileiro. Os experimentos foram conduzidos em telado com 50% de sombreamento, utilizando sementes coletadas no início de fevereiro. No primeiro experimento, sementes de abacate foram submetidas a quatro tratamentos: caroço sem tegumento e sem corte; caroço sem tegumento e com corte; caroço com tegumento e sem corte; caroço com tegumento e com corte. No segundo experimento, avaliou-se a germinação das quatro cultivares, com remoção do tegumento em todas as sementes. Em ambos os experimentos, as sementes foram semeadas em substrato comercial à base de casca de pinus, onde foram avaliados a porcentagem de germinação e o comprimento das plantas. No terceiro experimento, ramos porta-borbulhas da cultivar 'Margarida', foram submetidos a três tratamentos: imersão em hipoclorito de sódio a 1% por 10 minutos, fungicida Captan 500 a 1% por 10 minutos ou apenas lavagem com água destilada. Após os tratamentos, os ramos foram envolvidos em papel toalha umedecido, acondicionados em sacos plásticos transparentes e armazenados em geladeira a 4°C por 0, 15, 30, 45 e 60 dias. Após esse período, realizou-se a enxertia por garfagem e avaliou-se a porcentagem de pegamento e o comprimento do enxerto. Os resultados demonstraram que a remoção do tegumento das sementes aumentou a taxa de germinação e o comprimento do porta-enxerto. As cultivares 'Breda' e 'Quintal' destacaram-se como as melhores opções para porta-enxertos, apresentando maior porcentagem de germinação e crescimento. Além disso, o tratamento com fungicida mostrou-se eficaz para o armazenamento de materiais propagativos por até 30 dias, mantendo a viabilidade dos ramos para enxertia.

Termos para indexação: *Persea americana*; incisão; enxertia; propagação.

Strategies for storage, germination and development of avocado rootstocks

Abstract

The objective of this study was to evaluate the impact of seed coat removal and apical cutting of avocado seeds on germination parameters, as well as to analyze the germination potential of four avocado cultivars as rootstocks ('Breda', 'Fortuna', 'Margarida', and 'Quintal') and the feasibility of storing budwood to anticipate seedling production for southeastern Brazil. The experiments were conducted in a shade house with 50% luminosity, using seeds collected in early February. In the first experiment, avocado seeds were subjected to four treatments: seed without seed coat and without cutting; seed without seed coat and with cutting; seed with seed coat and without cutting; and seed with seed coat and with cutting. In the second experiment, the germination of the four cultivars was evaluated, with the seed coat removed from all seeds. In both experiments, the seeds were sown in a commercial substrate based on pine bark, where germination percentage and plant length were assessed. In the third experiment, budwood of the 'Margarida' cultivar was subjected to three treatments: immersion in 1% sodium hypochlorite for 10 minutes, 1% Captan 500 fungicide for 10 minutes, or simply washed with distilled water. After the treatments, the budwood was wrapped in moist paper towels, placed in transparent plastic bags, and stored in a refrigerator at 4°C for 0, 15, 30, 45, and 60 days. After this period, grafting was performed, and the grafting success rate and graft length were evaluated. The results showed that seed coat removal increased the germination rate and rootstock length. The cultivars 'Breda' and 'Quintal' stood out as the best options for rootstocks, showing higher germination percentages and growth. Additionally, the fungicide treatment proved effective for storing propagation materials for up to 30 days, maintaining the viability of the budwood for grafting.

Index terms: *Persea americana*; incision; grafting; propagation.

1 INTRODUÇÃO

O abacateiro (*Persea americana* Mill.), originário da América Central e do México, vem ganhando destaque no cenário agrícola mundial, especialmente em regiões tropicais e subtropicais, devido as características nutracêuticas do abacate (Domínguez *et al.*, 2024). No Brasil, o aumento da produção de abacate tem sido impulsionado pela crescente demanda dos mercados interno e externo (De La Vega-Rivera; Merino-Pérez, 2021). Dentre os estados, São Paulo e Minas Gerais são responsáveis por mais de 70% da produção nacional (IBGE, 2024).

O aumento na demanda por abacate tem impulsionado a expansão das áreas de cultivo, mas também gerado desafios (De La Vega-Rivera; Merino-Pérez, 2021). Para alcançar bons resultados, é essencial adotar um manejo eficiente, incluindo a escolha de mudas de qualidade, o correto plantio e práticas adequadas de manejo cultural. A seleção do porta-enxerto é um fator crucial, pois afeta significativamente a resistência a doenças de solo, o rendimento produtivo e a qualidade dos abacates (Nisini et al., 2002; Kyriacou; Soteriou, 2015). Porém, apesar dos avanços tecnológicos, ainda faltam estudos sobre cultivares a serem utilizados como porta-enxertos no Brasil.

A produção de porta-enxertos é realizada a partir das sementes (caroços) dos frutos (Cañas-Gutiérrez *et al.*, 2022), no entanto, observa-se uma variação considerável na velocidade de germinação, no tempo necessário e nas dimensões do material adequado para a enxertia. Essa variação pode ser atribuída a diferentes fatores, como a dureza da casca do caroço, que dificulta o processo germinativo, e a presença de uma camada de tegumento aderida ao caroço, que pode atuar como uma barreira ao crescimento do embrião. Algumas abordagens sugerem a remoção do tegumento e o corte na região apical da semente (Bergh et al., 1988), mas ainda não há consenso sobre o real impacto dessas práticas na aceleração da germinação.

A propagação do abacateiro é tradicionalmente realizada por enxertia (Sampaio; Whately, 2022). No entanto, a produção de mudas de abacateiro enfrenta desafios relacionados à variabilidade na qualidade e no tempo de germinação dos porta-enxertos, o que exige um controle preciso na escolha do material propagativo (Barrientos-Priego *et al.*, 2007). A crescente demanda por mudas durante todo o ano torna ainda mais difícil atender às necessidades do mercado, especialmente no período de maior procura, entre os meses de setembro e outubro, quando inicia a estação chuvosa na região sudeste brasileira (Fornazier *et al.*, 2023).

Diante disso, o armazenamento de ramos porta-borbulhas à baixa temperatura surge como uma alternativa promissora para prolongar a viabilidade do material propagativo e permitir o fornecimento contínuo de mudas durante todo o ano. No entanto, o armazenamento prolongado, mesmo em condições refrigeradas, pode resultar na proliferação de fungos, sendo necessário o uso de produtos químicos para preservar o material (Eckert; Sommer, 1967). Embora existam algumas pesquisas sobre a aplicação de fungicidas no armazenamento de materiais propagativos, ainda são escassos os estudos que abordam o armazenamento de ramos porta-borbulhas do abacateiro, o que torna o presente estudo relevante para o avanço dessa área.

Objetivou-se com o presente trabalho avaliar o impacto da remoção do tegumento e do corte apical do caroço de abacate nos parâmetros de germinação, além de analisar o potencial germinativo de quatro cultivares de abacateiro para porta-enxerto ('Breda', 'Fortuna', 'Margarida' e 'Quintal') e a viabilidade de armazenar ramos porta-borbulhas para antecipar a produção de mudas para o sudeste brasileiro.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em Lavras, Sul do Estado de Minas Gerais, Brasil, localizado a 21°14'S, 45°00'W, 918 m de altitude. Segundo a classificação climática de Köppen-Geiger, o clima local é Cwb - tropical de altitude (mesotérmico), com invernos secos e estações chuvosas entre outubro e março, com eventos de chuvas mais intensos ocorrendo entre dezembro e fevereiro (Alvares et al., 2013). Foram realizados três experimentos:

a. Avaliação da germinação de caroços de abacate com diferentes tratamentos

Em 2022, no início de mês de fevereiro, foram coletados frutos imaturos de abacate de plantas sem origem genética. Após a coleta, os frutos foram mantidos em uma sala arejada, à temperatura ambiente, por 15 dias para induzir o amadurecimento.

Os frutos foram seccionados transversalmente e os caroços separados do pericarpo. Em seguida, os caroços foram acondicionados em baldes com capacidade de 20L e preenchidos com água e permaneceram por 20 min. e, após, foram submetidos a quatro tratamentos: T1 - caroço sem tegumento e sem corte, T2 - caroço sem tegumento e com corte, T3 - caroço com tegumento e sem corte, e T4 - caroço com tegumento e com corte.

Os tratamentos que exigiram a retirada do tegumento foram realizados manualmente, com a extração cuidadosa do tegumento (estrutura que revestia os caroços), com auxílio de um canivete (Figura 1). Nos tratamentos em que não houve a remoção do tegumento, essa estrutura permaneceu aderida ao caroço. Para a preparação dos tratamentos, tanto com quanto sem o tegumento, em combinação com o corte do caroço (Figura 1), foi utilizada uma tesoura de poda de forma criteriosa, realizando um corte de aproximadamente 1 cm na região apical do material.

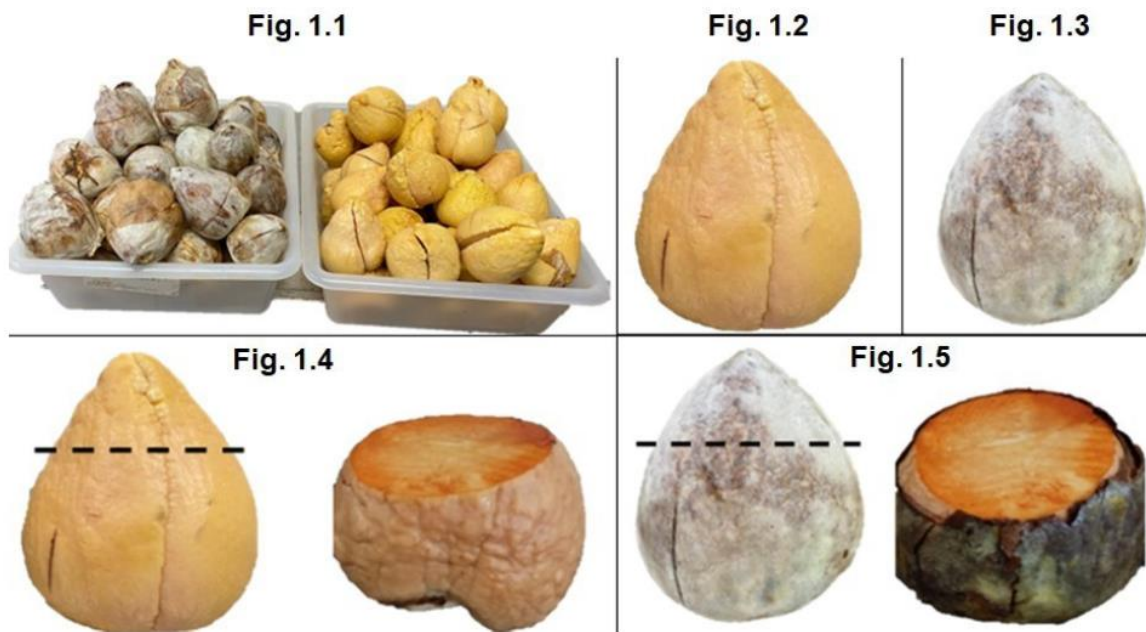


Figura 1. Preparo dos respectivos tratamentos. 1.1: retirada dos caroços dos frutos do abacate com e sem tegumento; 1.2: caroço de abacate sem tegumento; 1.3: caroço de abacate com tegumento; 1.4: corte na região apical do caroço de abacate sem tegumento; 1.5: corte do caroço de abacate com tegumento. UFLA, Lavras-MG, 2025.

Após a aplicação dos tratamentos, todos os caroços foram submetidos à imersão em hipoclorito de sódio a 1% por 10 minutos, seguidos de duas lavagens com água. Posteriormente, foram deixados para secar à sombra por 60 minutos. A semeadura foi realizada, posicionando os caroços com a parte apical voltada para cima, de modo que apenas a parte basal até a metade do caroço ficasse em contato com o substrato. Os caroços foram semeados em sacolas plásticas com capacidade de 2,5 litros, preenchidas com um substrato comercial composto por casca de pinus e enriquecido com 4 g de adubo de liberação lenta (Basacot® Plus 9 meses) por recipiente.

Após o semeio, as sacolas plásticas foram colocadas em bancadas suspensas dentro de um telado com 50% de sombreamento. A irrigação foi realizada diariamente, de forma moderada, visando manter o substrato na capacidade de campo e evitando déficit ou excesso de água. Além disso, foram realizadas a adubação com ureia (50 g diluídas em 10 litros de água) e as pulverizações com fertilizantes à base de micronutrientes quinze dias após a emergência, aplicadas quinzenalmente ao longo do experimento.

O experimento seguiu um delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 4 tratamentos, 10 repetições e 4 caroços por unidade experimental. Após o início da

emergência, ocorrido entre 15 e 30 dias após a semeadura, foram realizadas avaliações a cada cinco dias para determinar a percentagem de germinação, até sua estabilização.

Avaliou-se também o IVE (índice de velocidade de emergência), calculado segundo a equação de Maguire (1962), em que:

$$IVE = \frac{G1}{D1} + \frac{G2}{D2} + \frac{Gn}{Dn}$$

IVE= Índice de Velocidade de Emergência.

G1, G2,..., Gn= n° de plântulas normais computadas na contagem, observadas no intervalo da 1ª, 2ª,..., última contagem.

D1, D2,..., Dn= n° de dias da contagem em relação à semeadura à 1ª, 2ª,..., última contagem.

Com 90, 105, 120 e 135 dias após a semeadura, mediu-se o comprimento médio da parte aérea (cm), utilizando uma trena.

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk e à análise de variância realizada pelo programa computacional Sistema para Análise de Variância – SISVAR versão 5.8 (Ferreira, 2011).

b. Potencial germinativo e desenvolvimento inicial de cultivares de abacateiro para produção de porta-enxertos

Em 2023, no início de mês de fevereiro, foram coletados frutos imaturos no estágio de maturação fisiológica, de quatro cultivares de abacateiro ('Breda', 'Fortuna', 'Margarida' e 'Quintal'), com seis anos de idade. Cada cultivar foi acondicionada separadamente em caixas organizadoras agrícolas do tipo hortifruti e mantida em uma sala arejada, à temperatura ambiente, por 15 dias para indução do amadurecimento.

Após o amadurecimento, procedeu-se à extração dos caroços (sementes). Os frutos foram seccionados transversalmente, e os caroços foram cuidadosamente separados do pericarpo. Em seguida, aferiram-se o comprimento (cm), a largura (cm) e a massa (g) dos caroços. Em seguida, os caroços foram acondicionados em baldes com capacidade de 20L e preenchidos com água e permaneceram por 20 min. e, após, removeu-se o tegumento. Posteriormente, foram submetidos ao tratamento com hipoclorito de sódio a 1% por 10 minutos, lavados duas vezes em água corrente e, finalmente, secos à sombra por 60 minutos.

Após a secagem, os caroços foram semeados em sacolas plásticas com capacidade de 2,5 litros, preenchidas com substrato comercial composto por casca de pinus e enriquecido com 4 g de adubo de liberação lenta Basacot® Plus (9 meses). O semeio foi realizado com a parte

apical voltada para cima, posicionando-se a metade basal do caroço em contato com o substrato. As sacolas foram dispostas sobre bancadas suspensas em um telado com 50% de sombreamento.

A irrigação foi realizada diariamente, de forma moderada, visando manter o substrato na capacidade de campo e evitando déficit ou excesso de água. Além disso, foram realizadas a adubação com ureia (50 g diluídas em 10 litros de água) e as pulverizações com fertilizantes à base de micronutrientes quinze dias após a emergência, aplicadas quinzenalmente ao longo do experimento.

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 4 tratamentos (cultivares de abacate) e 5 repetições, constituídas por 12 sementes por unidade experimental.

Após o início da emergência, ocorrido entre 15 e 30 dias após a semeadura, foram realizadas avaliações a cada cinco dias para determinar a percentagem de germinação, até sua estabilização. Avaliou-se também o IVE (índice de velocidade de emergência), calculado segundo a equação de Maguire (1962), em que:

$$IVE = \frac{G1}{D1} + \frac{G2}{D2} + \frac{Gn}{Dn}$$

IVE= Índice de Velocidade de Emergência.

G1, G2,..., Gn= n° de plântulas normais computadas na contagem, observadas no intervalo da 1ª, 2ª,..., última contagem.

D1, D2,..., Dn= n° de dias da contagem em relação à semeadura à 1ª, 2ª,..., última contagem.

Com 90, 105, 120 e 135 dias após a semeadura, mediu-se o comprimento médio da parte aérea (cm), utilizando uma trena, e o diâmetro do caule (mm), com o auxílio de um paquímetro digital.

Os dados de percentagem de germinação e índice de velocidade de emergência (IVE) foram submetidos ao teste de normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk e à análise de variância (ANOVA), com as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. Para as variáveis comprimento médio da parte aérea e diâmetro do caule nos diferentes períodos avaliados, foi feita a curva de regressão. Para o auxílio dos cálculos estatísticos, utilizou-se o Sistema de Programa Computacional para Análise de Variância - SISVAR versão 5.6 (Ferreira, 2011).

c. Enxertias em ramos armazenados sob diferentes tratamentos

Em 2024, no início de mês de fevereiro, foram coletados frutos imaturos de abacate de plantas sem origem genética. Após a coleta, os frutos foram mantidos em uma sala arejada, à temperatura ambiente, por 15 dias para induzir o amadurecimento.

Após o amadurecimento, procedeu-se à extração dos caroços (sementes). Os frutos foram seccionados transversalmente, e os caroços foram cuidadosamente separados do pericarpo. Em seguida, os caroços foram acondicionados em baldes com capacidade de 20L e preenchidos com água onde permaneceram por 20 min. e, após, removeu-se o tegumento. Posteriormente, foram submetidos ao tratamento com hipoclorito de sódio a 1% por 10 minutos, lavados duas vezes em água corrente e, finalmente, secos à sombra por 60 minutos.

Após a secagem, os caroços foram semeados em sacos plásticas com capacidade de 2,5 litros, preenchidas com substrato comercial composto por casca de pinus e enriquecido com 4 g de adubo de liberação lenta Basacot[®] Plus (9 meses). O semeio foi realizado com a parte apical voltada para cima, posicionando-se a metade basal do caroço em contato com o substrato. As sacolas foram dispostas sobre bancadas suspensas em telado com 50% de sombreamento.

A irrigação foi realizada diariamente, de forma moderada, visando manter o substrato na capacidade de campo e evitando déficit ou excesso de água. Além disso, foram realizadas a adubação com ureia (50 g diluídas em 10 litros de água) e as pulverizações com fertilizantes à base de micronutrientes quinze dias após a emergência, aplicadas quinzenalmente ao longo do experimento.

Em agosto de 2024, iniciou-se a coleta de ramos porta-borbulhas da cultivar ‘Margarida’. Os ramos foram padronizados com diâmetro aproximado de 7 mm e comprimento de 15 cm. Os tratamentos aplicados foram: T1 - tratamento com hipoclorito de sódio a 1% por 10 minutos, seguido de lavagem com água destilada; T2 - tratamento com o fungicida Captan 500 a 1% por 10 minutos, seguido de lavagem com água destilada, e; T3 - apenas lavagem com água destilada. Em seguida, foram envolvidos com papel toalha umedecido e acondicionados em sacos plásticos transparentes e, submetidos diferentes tempos de armazenamento: 0, 15, 30, 45 e 60 dias, em geladeira a uma temperatura média de 4°C. Os ramos porta-borbulhas que não foram armazenados (tempo 0) também receberam os três tratamentos descritos.

No início de agosto, realizou-se a enxertia por garfagem, essa que se estendeu até outubro do mesmo ano. Os garfos foram padronizados com três gemas. Após a enxertia, realizou-se o amarrio com fita plástica na zona de enxertia, seguido da colocação de um saquinho plástico

(20 cm x 2 cm) para formar uma câmara úmida. A câmara foi mantida por 30 dias, e a fita plástica foi removida 90 dias após a enxertia. O mesmo procedimento foi repetido nas demais épocas (15, 30, 45 e 60 dias), respeitando-se o intervalo de 15 dias entre as operações.

Foi avaliada a porcentagem de pegamento das enxertias 60 dias após a realização da enxertia e o comprimento (cm) do enxerto após 120 dias da enxertia.

O delineamento experimento foi em esquema fatorial 5 x 3, sendo o primeiro fator o tempo de armazenamento e o segundo fator os três tratamentos (água, hipoclorito e Captan), com 4 repetições e 10 enxertos por parcela.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software R (R Core Team, 2024), com os dados submetidos ao teste de normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk e homogeneidade das variâncias pelo teste de Bartlett. As diferenças significativas entre os tratamentos foram avaliadas por meio da análise de variância ($p \leq 0,05$). As médias de cada tratamento (água, hipoclorito e Captan) foram comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) e os dias de armazenamento submetidos a análise de regressão polinomial.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

a. Avaliação da germinação de caroços de abacate com diferentes tratamentos

Através da curva de germinação (Figura 2), observa-se que os tratamentos T1 (caroço sem tegumento e sem corte), T2 (caroço sem tegumento e com corte) e T3 (caroço com tegumento e sem corte) iniciaram a germinação aos 21 dias após a semeadura, enquanto o tratamento T4 (caroço com tegumento e com corte) apresentou germinação inicial aos 26 dias. A estabilização da emergência ocorreu em torno de 56 dias após a semeadura, com o tratamento T1 alcançando a maior taxa de germinação, de 90%, ao final do experimento, enquanto o tratamento T4 obteve a menor taxa, com 46,25%.

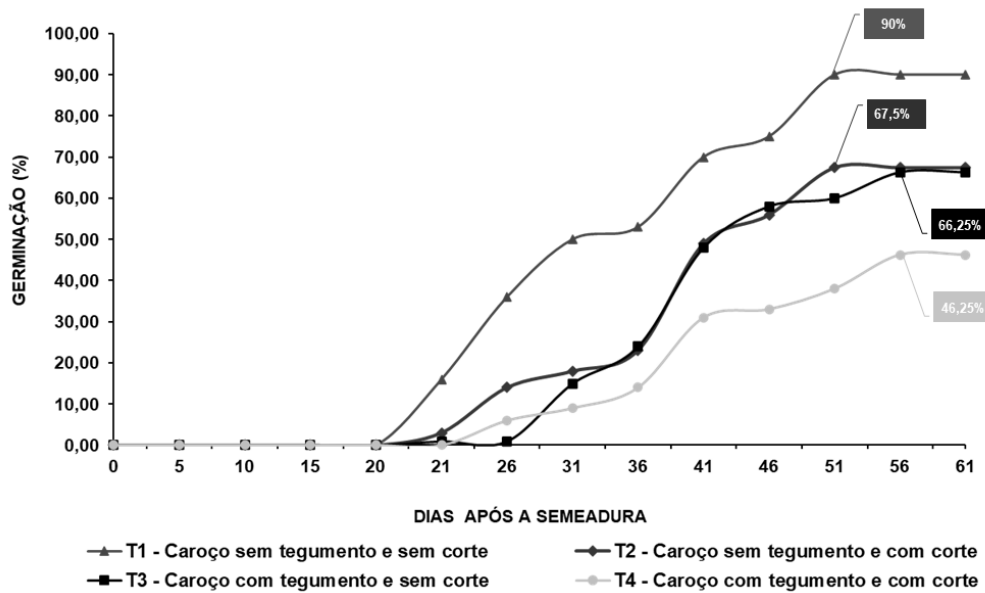


Figura 2. Curva de germinação dos caroços de abacate conforme os respectivos tratamentos. UFLA, Lavras-MG, 2025.

Esse comportamento destaca o impacto positivo da remoção do tegumento sobre a germinação, evidenciado pelo desempenho superior dos tratamentos sem tegumento (T1 e T2) em comparação aos que mantiveram a estrutura protetora. O T1, especificamente, demonstrou não apenas maior taxa final, mas também maior velocidade de germinação, reforçando que a ausência de barreiras físicas favorece o processo germinativo sem introduzir fatores estressantes como o corte (Tabela 1). Em sementes de pera de maturação precoce, a remoção do tegumento também promoveu uma melhoria na germinação, com a remoção do tegumento intermediário sendo o método ideal, resultando em alta taxa de germinação e baixa contaminação (Kan *et al.*, 2023).

O tratamento T2, apesar da remoção do tegumento, obteve desempenho inferior ao T1, alcançando 67,5% de germinação, o que sugere que o corte na região apical pode ter comprometido parcialmente a viabilidade das sementes. Por outro lado, os tratamentos T3 e T4, ambos com tegumento, apresentaram menor eficiência, reforçando o efeito limitante dessa estrutura sobre a germinação.

Com relação à porcentagem de caroços germinados e ao índice de velocidade de emergência (IVE), os resultados dos diferentes tratamentos podem ser observados na Tabela 1. O tratamento T1 apresentou os maiores valores de germinação (90,00%) e IVG (4,62), destacando-se estatisticamente em relação aos demais tratamentos. Por outro lado, o tratamento T4 apresentou os menores valores, evidenciando diferenças marcantes nos efeitos das técnicas empregadas no preparo dos caroços.

Tabela 1. Porcentagem de germinação e índice de velocidade de emergência (IVE) dos caroços abacate para produção de mudas via porta- enxerto. UFLA, Lavras-MG, 2025.

| Tratamentos | Caroços germinados (%)* | IVG |
|---------------------------------------|-------------------------|--------|
| T1 - Caroço sem tegumento e sem corte | 90,00 a | 4,62 a |
| T2 - Caroço sem tegumento e com corte | 67,50 b | 2,32 b |
| T3 - Caroço com tegumento e sem corte | 66,25 b | 2,12 b |
| T4 - Caroço com tegumento e com corte | 46,25 c | 1,30 c |
| CV (%) | 18,21 | 21,59 |

*Médias seguidas de mesma letra em minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scoot-Knoot ($P < 0,05$).

A ausência do tegumento e a não realização de cortes parecem favorecer condições ideais para a germinação, reduzindo barreiras físicas e prevenindo possíveis infecções. Estudos mostram que caroços de abacate sem tegumento e sem cortes alcançam taxas de germinação entre 82% e 100% (Souza *et al.*, 2020), resultados semelhantes aos obtidos neste trabalho, com 90%.

O IVG também foi favorecido nos caroços sem tegumento e sem cortes, enquanto a presença do tegumento e a realização de cortes reduziram significativamente os valores observados. O tegumento pode atuar como uma barreira física e química, dificultando a absorção de água e gases necessários para o metabolismo inicial da semente. Em espécies da família Lauraceae, como o abacate, a dureza do tegumento representa um desafio em estudos de dessecação e germinação (Jaganathan *et al.*, 2019). Embora os cortes possam acelerar a germinação, também podem expor os tecidos internos do caroço a riscos, como perda excessiva de umidade e/ou infecção por microrganismos.

Os dados apresentados na Figura 3 demonstram que o comprimento médio da parte aérea dos caroços de abacate variou de acordo com os tratamentos aplicados, ao longo dos 90 a 135 dias após a semeadura. O tratamento T1 destacou-se, apresentando o maior incremento no comprimento da parte aérea, com uma taxa de crescimento de 0,3529 cm/dia ($R^2 = 0,9688$). De modo semelhante, T3 apresentou desempenho intermediário, com taxa de crescimento de 0,2399 cm/dia ($R^2 = 0,9988$). Por outro lado, os tratamentos T2 e T4 apresentaram os menores incrementos no comprimento médio da parte aérea, com taxas de 0,2215 cm/dia ($R^2 = 0,965$) e 0,1207 cm/dia ($R^2 = 0,9785$), respectivamente.

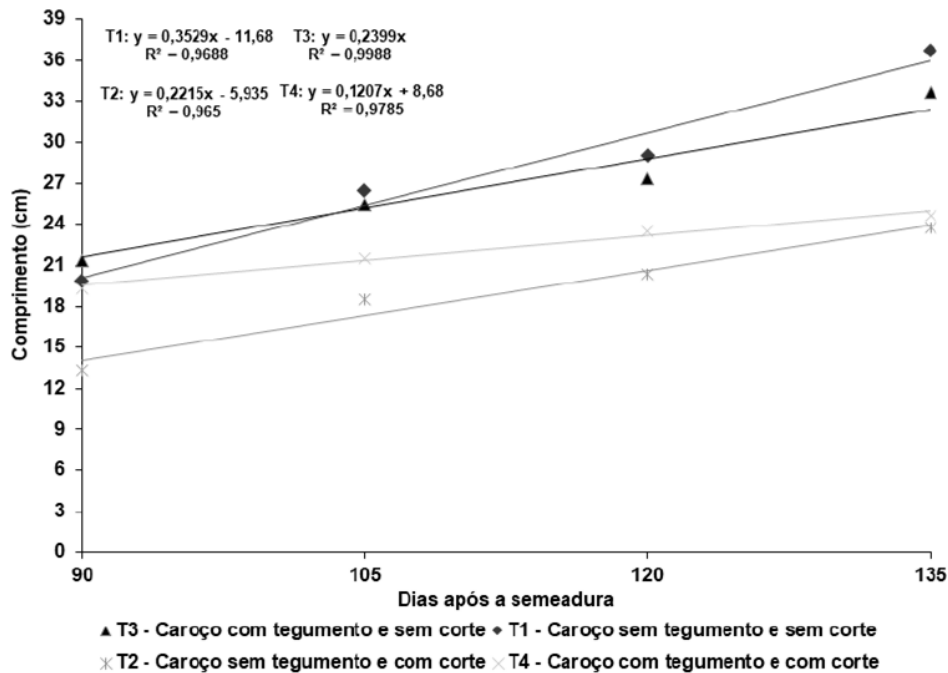


Figura 3. Análise de regressão linear, referente ao comprimento médio (cm) da parte aérea, aos longos dos dias após semeaduras. UFLA, Lavras-MG, 2025.

O tegumento atua como a camada primária que controla o movimento entre o embrião e o exterior da semente, facilitando o crescimento e o desenvolvimento das plântulas. No entanto, em sementes de abacate, o crescimento das mudas tende a ser desuniforme, mesmo sob condições ambientais semelhantes, devido à variabilidade genética de cada semente (Fernandes *et al.*, 2020). Essa variação genética, aliada a fatores como diferenças na qualidade dos caroços, condições microambientais e possíveis variações no manejo, provavelmente contribuiu para as diferenças observadas nos tratamentos avaliados.

b. Potencial germinativo e desenvolvimento inicial de cultivares de abacateiro para produção de porta-enxertos

A partir da análise da curva de germinação (Figura 4), ao longo de 60 dias após a semeadura, observa-se que houve variação no número de dias necessários para a germinação entre as cultivares testadas. As cultivares ‘Breda’ e ‘Quintal’ iniciaram o processo de germinação 20 dias após a semeadura, enquanto a variedade ‘Fortuna’ começou aos 25 dias, e a variedade ‘Margarida’, aos 30 dias. Também foi registrada variação no tempo de estabilização da emergência, com as cultivares ‘Breda’, ‘Fortuna’ e ‘Quintal’ atingindo a estabilização aos 45 dias após a semeadura, enquanto a variedade ‘Margarida’ estabilizou-se aos 50 dias.

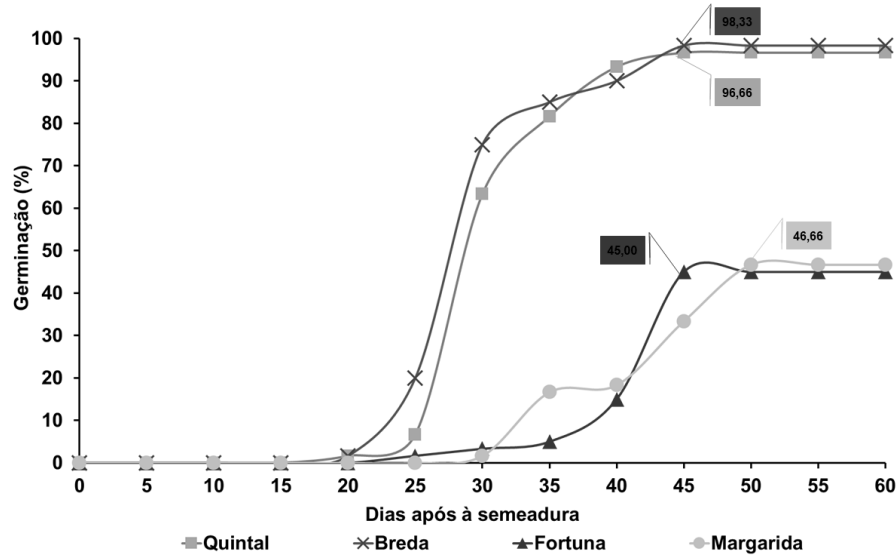


Figura 4. Curva de germinação dos caroços de abacate conforme os respectivos tratamentos. Fonte: UFLA, Lavras-MG, 2025.

O gráfico demonstra que as cultivares ‘Breda’ e ‘Quintal’ apresentaram os maiores percentuais de germinação final, atingindo 98,33% e 96,66%, respectivamente, comprovados pela análise estatística dos dados (Tabela 2). Por outro lado, as cultivares ‘Fortuna’ e ‘Margarida’ apresentaram comportamento distinto, com germinação tardia e percentuais finais inferiores, 45% e 46,66%, respectivamente. A diferença nos tempos de início e estabilização da germinação entre as cultivares pode ser atribuída a diversos fatores, como as características específicas de cada cultivar, fatores ambientais que impactam a germinação e aspectos morfológicos e genéticos, como a formação do embrião (Fu *et al.*, 2024).

Quanto ao parâmetro comprimento dos caroços germinados (cm), largura (cm), massa média (g), porcentagem de germinação e índice de velocidade de emergência (IVE), os resultados obtidos demonstraram diferenças significativas entre as cultivares de caroços de abacate avaliadas (Tabela 2). A cultivar ‘Quintal’ apresentou o maior comprimento dos caroços (6,59 cm) e massa média (0,08575 g), destacando-se em relação às demais cultivares. Por outro lado, a ‘Margarida’ teve os menores valores, com 4,28 cm de comprimento e 0,04935 g de massa.

Tabela 2. Comprimento médio (cm), largura (cm) e massa média (g) dos caroços, porcentagem de germinação e índice de velocidade de emergência (IVE) das cultivares de caroços de abacate para produção de mudas via porta-enxerto. UFLA, Lavras-MG, 2025.

| Tratamentos/Cultivares | Comprimento dos caroços (cm)* | Largura dos caroços (cm) | Massa média (g) |
|------------------------|-------------------------------|--------------------------|-----------------|
|------------------------|-------------------------------|--------------------------|-----------------|

| | | | |
|-------------------------------|-------------------------------|---|-----------|
| T1 – Breda | 5,45 c | 4,45 b | 0,06570 c |
| T2 – Fortuna | 5,97 b | 5,32 a | 0,07702 b |
| T3 - Margarida | 4,28 d | 3,87 c | 0,04935 d |
| T4 - Quintal | 6,59 a | 5,36 a | 0,08575 a |
| CV (%) | 3,47 | 3,57 | 6,07 |
| Tratamentos/Cultivares | Caroços germinados (%) | Índice de Velocidade de Emergência (IVE) | |
| T1 – Breda | 98,33 a | 1,14 a | |
| T2 – Fortuna | 45,00 b | 0,28 b | |
| T3 - Margarida | 46,66 b | 0,30 b | |
| T4 - Quintal | 96,66 a | 1,04 a | |
| CV (%) | 13,83 | 15,40 | |

*Médias seguidas de mesma letra nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scoot-Knoot ($P < 0,05$).

Esses resultados sugerem que o tamanho e a massa dos caroços variam de acordo com a cultivar, características que podem influenciar no vigor e na germinação. Para a largura dos caroços, a variedade Fortuna obteve o maior valor médio (5,32 cm), superior ao de ‘Quintal’ e ‘Breda’, enquanto ‘Margarida’ apresentou a menor largura (3,87 cm). Sementes de abacate com massa superior a 80 g são ideais para uso em viveiro, por apresentarem maior porcentagem de germinação, acúmulo de biomassa e vigor, o que contribui para reduzir o tempo de permanência da planta no viveiro e garantir a qualidade do material propagativo (Mejía-Jaramillo *et al.* 2022)

Em relação à porcentagem de germinação, as cultivares Breda e Quintal alcançaram os maiores valores, com 98,33% e 96,66%, respectivamente, sem diferença estatística significativa entre elas. Esses resultados indicam um maior potencial germinativo dessas cultivares, tornando-as opções favoráveis para a produção de mudas de abacate via porta-enxerto. Por outro lado, ‘Fortuna’ e ‘Margarida’ apresentaram percentuais de germinação menores, com 45,00% e 46,66%, respectivamente, o que pode estar relacionado desde a nutrição parental e maturidade fisiológica, como também a condição ambiental, que estão expostas no decorrer deste período (Chaisurisri; Kanchanapoom; Charoenchongsuk, 1992).

O índice de velocidade de emergência (IVE) também variou entre as cultivares. As cultivares ‘Breda’ e ‘Quintal’ tiveram os maiores índices (1,14 e 1,03, respectivamente), o que reflete uma emergência mais rápida das plântulas. Em contrapartida, ‘Fortuna’ e ‘Margarida’ apresentaram os menores valores de IVE, com destaque para ‘Margarida’, que teve o menor índice (0,30). Esses dados sugerem que, além da porcentagem de germinação, o tempo necessário para emergência das plântulas pode ser influenciado por fatores como o tamanho, a qualidade fisiológica e o vigor inicial dos caroços.

Diversos fatores devem ser considerados nas avaliações de germinação e emergência das plântulas, como temperatura, umidade, genótipo da cultivar, além das condições nutricionais, sanitárias e de longevidade das plantas matrizes utilizadas para a colheita dos frutos. Plantas mais vigorosas tendem a produzir frutos de melhor qualidade, resultando em sementes superiores (Santos; Scalon, 2020).

Em relação ao comprimento médio (cm) da parte aérea, observou-se uma diferença significativa entre as cultivares ao longo dos dias. Conforme ilustrado no gráfico de regressão (Figura 5), todas as cultivares apresentaram uma tendência de crescimento linear. A cultivar ‘Fortuna’ destacou-se com a maior taxa de crescimento diário (0,558 cm/dia), seguida por ‘Margarida’ (0,422 cm/dia), ‘Breda’ (0,367 cm/dia) e, por último, ‘Quintal’ (0,282 cm/dia). No entanto, ao se considerar o comprimento final da parte aérea aos 135 dias, ‘Breda’ apresentou o maior valor (43,7 cm), enquanto ‘Margarida’ registrou o menor (23,08 cm). Esses resultados evidenciam que o desempenho final das cultivares depende tanto da taxa de crescimento quanto da interceptação inicial, indicando diferentes estratégias de desenvolvimento entre elas.

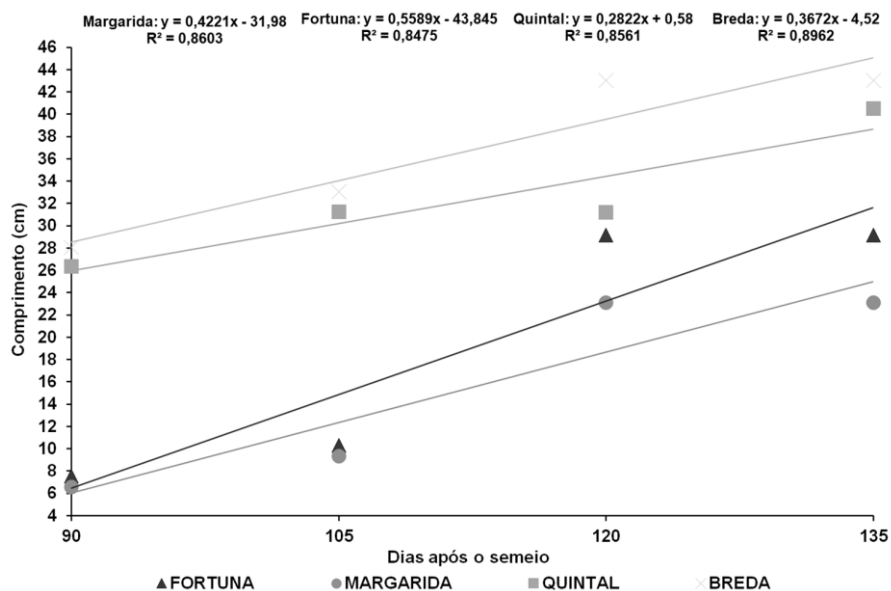


Figura 5. Análise de regressão linear, referente ao comprimento médio (cm) da parte aérea das diferentes cultivares de abacate, aos longos dos dias após à semeadura. UFLA, Lavras-MG, 2025.

Além disso, a análise sugere que fatores ambientais, como temperatura e umidade, combinados com características intrínsecas de cada variedade, podem ter influenciado o desempenho observado. A cultivar ‘Fortuna’, apesar de apresentar maior taxa de crescimento,

pode demandar condições específicas de manejo para manter esse desempenho em diferentes ambientes. Já ‘Margarida’ e a ‘Breda’ apresentaram comportamentos intermediários, enquanto a ‘Quintal’ demonstrou potencial para sistemas de produção em que o crescimento controlado seja desejável.

O monitoramento do crescimento e desenvolvimento das plantas é fundamental, pois um crescimento rápido e vigoroso proporciona maior resistência às condições climáticas adversas, além de conferir maior tolerância a pragas e doenças (Fachinello *et al.*, 2005). A observação contínua ao longo de determinado período permite uma compreensão mais aprofundada da dinâmica das cultivares (Lopes; Lima, 2015).

Para a realização da enxertia, é essencial utilizar porta-enxertos lignificados, provenientes de mudas saudáveis e vigorosas, com altura mínima de aproximadamente 30 cm (Oliveira *et al.*, 2008). No entanto, as cultivares Fortuna e Margarida avaliadas neste estudo não atingiram a altura recomendada até o final do período de avaliação, evidenciando um atraso no desenvolvimento necessário para a enxertia.

A análise do diâmetro do caule (mm) revelou diferenças significativas entre as cultivares de abacate ao longo dos 135 dias após a semeadura. Todas as cultivares apresentaram tendência linear de crescimento, conforme indicado pelas equações de regressão na Figura 6. Entre elas, a cultivar Quintal destacou-se com o maior diâmetro final, alcançando aproximadamente 8,0 mm aos 135 dias. ‘Breda’ ocupou a segunda posição, com um diâmetro ligeiramente inferior de 7,29 mm, enquanto ‘Margarida’ apresentou o menor desempenho, com um diâmetro médio final de 5,88 mm, indicando limitações no desenvolvimento do caule.

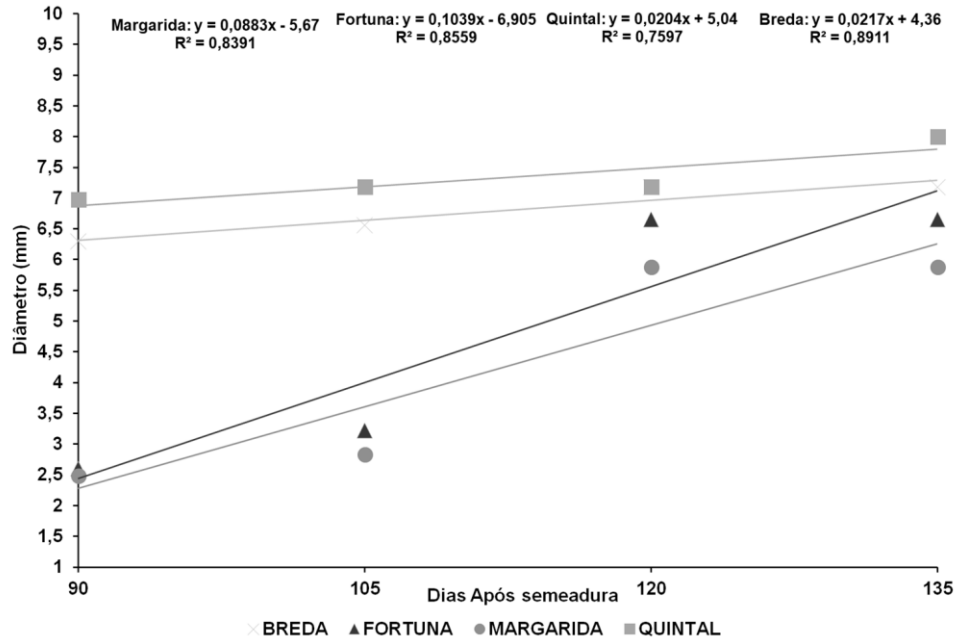


Figura 6. Análise de regressão linear, referente ao diâmetro (mm) do caule, das diferentes cultivares de abacate, aos longos dos dias após à semeadura. UFLA, Lavras-MG, 2025.

Para a realização da enxertia, os viveiristas utilizam como referência o diâmetro do caule, que deve ser equivalente à espessura de um lápis, variando entre 7,3 e 7,6 mm (Oliveira *et al.*, 2008). Nesse contexto, os resultados indicam que as cultivares ‘Quintal’ e ‘Breda’ foram as únicas que apresentaram condições adequadas para a enxertia no referido tempo de experimentação. Com maior potencial para o uso como porta-enxertos, dada sua capacidade de formar caules mais robustos, o que pode contribuir para maior resistência mecânica e estabilidade da planta em campo.

Adicionalmente, as taxas de crescimento diário variaram entre as cultivares. A ‘Fortuna’ apresentou a maior taxa de incremento diário (0,1039 mm/dia), refletindo sua eficiência no crescimento ao longo do tempo, ainda que seu diâmetro final tenha sido inferior ao de ‘Quintal’ e ‘Breda’. Por outro lado, a ‘Quintal’ exibiu a menor taxa de crescimento diário (0,0204 mm/dia), mas compensou esse desempenho devido a sua interceptação inicial mais elevada (+5,04 mm), o que resultou no maior diâmetro ao final do período avaliado. Essa diferença no comprimento (cm) e diâmetro (mm) das plantas pode ser atribuída a diversos fatores, como o peso e o tamanho dos frutos, além do uso de adubo de liberação lenta.

c. Enxertias em ramos armazenados sob diferentes tratamentos

O percentual de pegamento apresentou variações significativas ao longo dos 60 dias de armazenamento entre os tratamentos testados (Figura 7). Sem armazenamento, o tratamento

apenas com água apresentou um pegamento médio de 54%, seguido pelo Captan com 52%, ambos sem diferenças estatísticas entre si. Em contrapartida, o hipoclorito exibiu o menor percentual, com 26%, sendo significativamente inferior aos demais tratamentos.

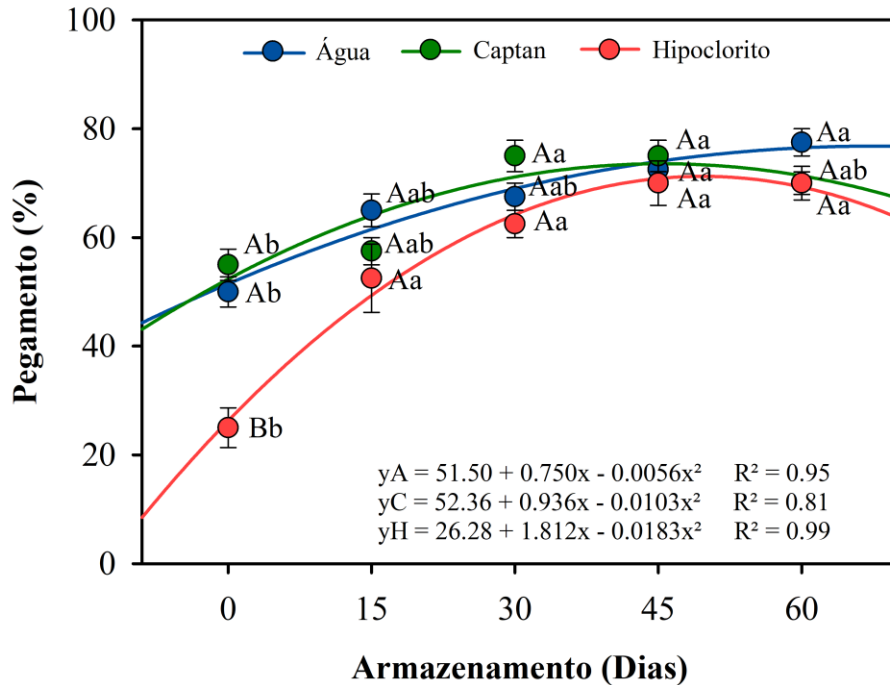


Figura 7. Porcentagem de pegamento dos enxertos aos 60 dias após enxertia, nos diferentes tempos de armazenamento dos ramos porta-borbulhas sob diferentes tratamentos. *Médias seguidas pela mesma letra maiúscula no mesmo período de armazenamento não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$). Médias seguidas pela mesma letra minúscula na mesma fonte não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$). UFLA, Lavras-MG, 2025.

Todos os tratamentos que ficaram armazenados em até 30 dias obtiveram aumento no percentual de pegamento. O Captan foi o tratamento com o maior percentual nesse período, atingindo aproximadamente 71%, enquanto a água destilada registrou 66,5% e o hipoclorito 64,17% de pegamento. Nesse período, as diferenças entre os tratamentos não foram estatisticamente significativas, sugerindo que, apesar das variações nos percentuais absolutos, todos proporcionaram condições favoráveis para o pegamento durante o intervalo intermediário de armazenamento.

Com o aumento do tempo de armazenamento, a taxa de pegamento melhorou consideravelmente para todos os tratamentos. O tratamento com água apresentou um ajuste

quadrático significativo ($R^2 = 0,95$), com um incremento progressivo até os 45 dias, seguido de uma leve estabilização. O Captan demonstrou um comportamento semelhante ($R^2 = 0,81$), enquanto o hipoclorito, apesar do aumento inicial, apresentou uma tendência de redução após os 45 dias ($R^2 = 0,99$), encerrando o experimento com aproximadamente 55%.

A estabilização das taxas de pegamento nos tratamentos com água e Captan indica que o armazenamento em temperaturas controladas pode favorecer a manutenção da viabilidade dos ramos, reduzindo possíveis danos fisiológicos que comprometam a fusão entre enxerto e porta-enxerto. A estabilização observada no caso da água pode estar associada à ausência de substâncias químicas que interferem no metabolismo das plantas, favorecendo um desempenho inicial mais adequado. O metabolismo vegetal é influenciado por diversas substâncias, tanto naturais quanto sintéticas, que podem impactar o crescimento, o desenvolvimento e os processos fisiológicos das plantas de diferentes formas (Gara, 2004; Islam; Mohammad, 2020). Nesse contexto, a manutenção da viabilidade dos enxertos ao longo do armazenamento, evidenciada pelo maior percentual final de pegamento, sugere que tratamentos menos agressivos contribuem para reduzir possíveis efeitos negativos dessas substâncias sobre a fisiologia da planta.

Já no tratamento com Captan, a estabilização sugere que fatores como a degradação do fungicida ou a adaptação de microrganismos podem limitar sua eficácia a longo prazo. Estudos indicam que fungicidas nem sempre garantem o controle total de patógenos, especialmente quando as condições favorecem sua proliferação (Romeiro *et al.*, 2001). Além disso, embora a refrigeração retarde o crescimento microbiano, ela não impede o desenvolvimento de patógenos como *Penicillium expansum*, capazes de proliferar em temperaturas próximas ao congelamento (Eckert; Sommer, 1967).

Por outro lado, o declínio observado no hipoclorito após 45 dias sugere que o efeito benéfico inicial foi transitório, possivelmente devido à toxicidade acumulada em armazenamento prolongado. Estudos indicam que, apesar de sua eficácia na redução da contaminação microbiana, o hipoclorito levanta preocupações quanto à sua potencial toxicidade e à presença de efeitos residuais (Osaili *et al.*, 2018). Diferentemente de outros métodos químicos de desinfecção, o hipoclorito possui uma degradação mais lenta, proporcionando uma ação desinfetante prolongada (Lykogianni *et al.*, 2023).

O comprimento médio dos ramos das plantas de abacate também foi significativamente influenciado pelos tratamentos adotados e pelo tempo de armazenamento. De forma geral, observa-se um comportamento quadrático para todos os tratamentos (água destilada, Captan e

hipoclorito de sódio) (Figura 8), indicando que o comprimento máximo foi alcançado em um período intermediário de armazenamento.

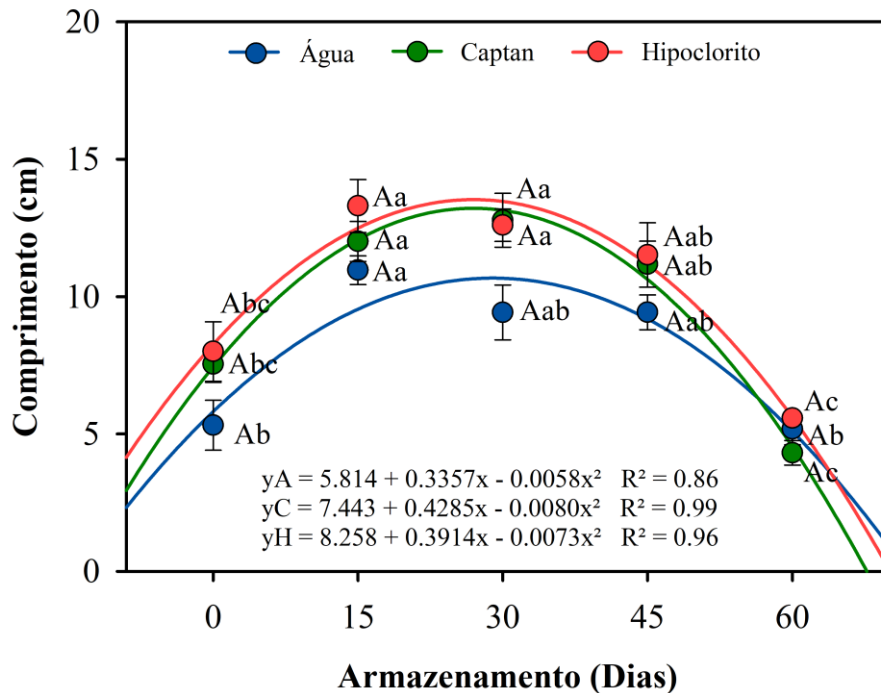


Figura 8. Porcentagem de comprimento (cm) dos enxertos aos 60 dias após enxertia, nos diferentes tempos de armazenamento dos ramos porta-borbulhas sob diferentes tratamentos. * Médias seguidas pela mesma letra maiúscula no mesmo período de armazenamento não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$). Médias seguidas pela mesma letra minúscula na mesma fonte não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$). UFLA, Lavras-MG, 2025.

Valores mais altos foram observados aos 30 dias de armazenamento, para todos os tratamentos: água destilada (10,67 cm), Captan (13,10 cm) e hipoclorito (13,43 cm). As análises estatísticas mostraram que, aos 30 dias, os tratamentos com Captan e hipoclorito não diferiram significativamente entre si, mas foram superiores ao tratamento com água destilada. Após esse período, houve uma redução significativa no comprimento médio dos ramos, com os menores valores registrados aos 60 dias. Entre os tratamentos, o hipoclorito destacou-se por apresentar os maiores comprimentos médios na maioria dos períodos analisados, exceto aos 60 dias, quando suas médias foram semelhantes às do Captan.

O comportamento quadrático observado em todos os tratamentos sugere que há um período ótimo de armazenamento, em torno de 30 dias, no qual o material enxertado apresenta maior vigor e desenvolvimento. Embora estatisticamente não haja diferença significativa entre os

tratamentos, o hipoclorito destacou-se como o mais eficaz em termos de crescimento médio dos ramos, possivelmente devido à sua capacidade de minimizar contaminações e preservar a qualidade do material vegetal durante o armazenamento (Arienzo *et al.*, 2023). Resultados semelhantes foram reportados por outros estudos, que associam o uso de agentes desinfetantes à maior longevidade e vigor dos enxertos (Galli; Guirado, 1993; Maciel; Souza; Schäfer., 2008).

Por outro lado, o menor desempenho do tratamento com água destilada pode ser explicado pela ausência de agentes protetores, o que pode ter favorecido a ocorrência de patógenos ou a deterioração do material durante o armazenamento. A redução observada no comprimento dos ramos aos 60 dias, independentemente do tratamento, indica que períodos prolongados de armazenamento comprometem o desenvolvimento do enxerto, possivelmente devido à perda de vigor fisiológico do material. Em borbulhas de citros armazenadas à frio, essa perda de viabilidade foi relacionada aos processos metabólicos da respiração que continuam, mesmo após a colheita, o que resulta no consumo das substâncias de reserva (Siqueira *et al.*, 2010). Apesar de a baixa temperatura reduzir a atividade metabólica, ela não a interrompe completamente, o que resulta em uma diminuição gradual da viabilidade das borbulhas conforme o período de armazenamento se prolonga (Bhattacharya, 2022).

4 CONCLUSÃO

A remoção do tegumento que envolve a semente do abacate promove o aumento da taxa de germinação e do comprimento do porta-enxerto.

Nas condições do experimento, as cultivares ‘Breda’ e ‘Quintal’ são opções como porta-enxertos, por apresentaram maior porcentagem de germinação e crescimento.

O tratamento com fungicida auxilia no armazenamento dos materiais propagativos para enxertia por até 30 dias.

AGRADECIMENTOS

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

REFERÊNCIAS

- ALVARES, CA; STAPE, JL; SENTELHAS, PC; GONÇALVES, JLM; SPAROVEK, G
Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, n.6,
p.711-728, 2013.
- ARIENZO, Alyexandra et al. Implication of sodium hypochlorite as a sanitizer in ready-to-eat
salad processing and advantages of the use of alternative rapid bacterial detection methods.
Foods, v. 12, n. 16, p. 3021, 2023. <https://doi.org/10.3390/foods12163021>
- BARRIENTOS-PRIEGO, Alejandro F. et al. Martínez-Damian. Taxonomía, cultivares y
portainjertos. In: TÉLIZ, D.; A. MORA (eds.). El aguacate y su manejo integrado. Ediciones
Mindiprensa, Mexico, DF, 2007.p. 31-62.
- BERGH, Bob. The effect of pretreatments on avocado seed germination. **California Avocado
Society Yearbook**, v. 72, p. 215-221, 1988.
- BHATTACHARYA, A. Effect of low-temperature stress on germination, growth, and
phenology of plants: A review. **Physiological processes in plants under low temperature
stress**, p. 1-106, 2022. https://doi.org/10.1007/978-981-16-9037-2_1
- CAÑAS-GUTIÉRREZ, Gloria Patricia et al. Inheritance of yield components and
morphological traits in avocado cv. Hass from “criollo”“elite trees” via half-sib seedling
rootstocks. **Frontiers in plant science**, v. 13, p. 843099, 2022.
<https://doi.org/10.3389/fpls.2022.843099>
- CHAISURISRI, Kittisak; KANCHANAPOOM, Kittisak; CHAROENCHONGSUK,
Suthipong. *Persea americana* Mill. (Avocado): in vitro culture and plant regeneration. In:
BAJAJ, Yadava Prakash Shukla (Ed.). **Biotechnology in agriculture and forestry**, 1992. v.
19, p. 368-383.
- DE LA VEGA-RIVERA, Alfonso; MERINO-PÉREZ, Leticia. Socio-environmental impacts
of the avocado boom in the Meseta Purépecha, Michoacán, Mexico. **Sustainability**, v. 13, n.
13, p. 7247, 2021. <https://doi.org/10.3390/su13137247>
- DELOUCHE, James C. Efeitos do ambiente no desenvolvimento e qualidade das
sementes. **HortScience**, v. 15, n. 6, p. 775-780, 1980.
- DOMÍNGUEZ, Antônio et al. Identifying optimal zones for avocado (*Persea americana* Mill)
cultivation in Iberian Peninsula: A climate suitability analysis. **Land**, v. 13, n. 8, p. 1290,
2024. <https://doi.org/10.3390/land13081290>
- ECKERT, James William; SOMMER, Nathan Franklin. Control of diseases of fruit and
vegetables by postharvest treatment. **Annual Review of Phytopathology**, v. 5, p. 391-433,
1967. <https://doi.org/10.1146/annurev.py.05.090167.002135>
- FACHINELLO, José Carlos et al. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: Embrapa
informação tecnológica, 2005. 133p.
- FERNANDES, Thiago Feliph Silva et al. Produção de mudas de abacateiro. **Revista
Agronomia Brasileira**, v. 4, n. 1, 2020. <https://doi.org/10.29372/rab202035>

FERREIRA, Daniel Furtado. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>

FORNAZIER, Maurício José *et al.* **Enxertia do abacateiro: orientações para viveiro e campo**. Vitória, ES: Incaper, 2023.

FU, Yanfeng *et al.* Factors influencing seed dormancy and germination and advances in seed priming technology. **Plants**, v. 13, n. 10, p. 1319, 2024. <https://doi.org/10.3390/plants13101319>

GALLI, Marilza Júlia Almeida; GUIRADO, Neide. Conservação de borbulhas de citros in vitro. *Ecosistema*, v. 18, p. 156160, 1993.

GARA, Laura. Class III peroxidases and ascorbate metabolism in plants. **Phytochemistry Reviews**, v. 3, n. 1, p. 195-205, 2004.

INMET. **Normais Climatológicas do Brasil**. Disponível: <<https://portal.inmet.gov.br/normais>> Acesso em: 19 jul. 2022.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). **Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Summary for Policymakers**. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, Genebra, Suíça. 18p.

ISLAM, Shaistul; MOHAMMAD, Firoz. Triacontanol as a dynamic growth regulator for plants under diverse environmental conditions. **Physiology and molecular biology of plants**, v. 26, n. 5, p. 871-883, 2020.

JAGANATHAN, Ganesh K. *et al.* Complexities in identifying seed storage behavior of hard seed-coated species: a special focus on Lauraceae. **Botany Letters**, v. 166, n. 1, p. 70-79, 2019. <https://doi.org/10.1080/23818107.2018.1563566>

KAN, Jialiang *et al.* Seed Germination and growth improvement for early maturing pear breeding. *Plants*, v. 12, n. 24, p. 4120, 2023. <https://doi.org/10.3390/plants12244120>

KYRIACOU, Marios C.; SOTERIOU, Georgios. Quality and postharvest performance of watermelon fruit in response to grafting on interspecific cucurbit rootstocks. **Journal of Food Quality**, v. 38, n. 1, p. 21-29, 2015. <https://doi.org/10.1111/jfq.12124>

LOPES, Nei Fernandes; LIMA, Maria da Graça de Souza. **Fisiologia de produção**. Editora UFV, p. 492, 2015.

LYKOGIANNI, Maira *et al.* Impact of sodium hypochlorite applied as nutrient solution disinfectant on growth, nutritional status, yield, and consumer safety of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit produced in a soilless cultivation. *Horticulturae*, v. 9, n. 3, p. 352, 2023. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9030352>

MACIEL, Hardi Schmatz; SOUZA, Paulo Vitor Dutra De; SCHÄFER, Gilmar. Viabilidade de borbulhas de citros coletadas de ambiente protegido e mantidas em frigoconservação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, p. 241-245, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452008000100044>

- MAGUIRE, James D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962. <https://doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x>
- MEJÍA-JARAMILLO, Luz et al. Effect of the seed weight on the growth of young avocado rootstock seedlings. **Bioagro**, v. 34, n. 2, p. 183-194, 2022. <https://doi.org/10.51372/bioagro342.8>
- NISINI, P. Trionfetti et al. Rootstock resistance to fusarium wilt and effect on fruit yield and quality of two muskmelon cultivars. **Scientia Horticulturae**, v. 93, n. 3-4, p. 281-288, 2002. [https://doi.org/10.1016/s0304-4238\(01\)00335-1](https://doi.org/10.1016/s0304-4238(01)00335-1)
- OLIVEIRA, Inez Vilar de Moraes et al. Caracterização morfológica do fruto, da semente e desenvolvimento pós-seminal do abacateiro. **Comunicata Scientiae**, v. 1, n. 1, p. 69-69, 2010. <https://doi.org/10.14295/cs.v1i1.12>
- OLIVEIRA, Inez Vilar de Moraes et al. Clonagem do abacateiro variedade “duke 7” (*Persea americana* mill.) por alporquia. **Revista Brasileira De Fruticultura**, v. 30, n. 3, p. 759-763. 2008. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452008000300033>
- OSAILI, Tareq M. et al. Decontamination and survival of Enterobacteriaceae on shredded iceberg lettuce during storage. **Food Microbiology**, v. 73, p. 129-136, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2018.01.022>
- PACHECO, Carluis et al. Efecto citotóxico del hipoclorito de sodio (NaClO), en células apicales de raíces de cebolla (*Allium cepa* L.). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, v. 11, n. 1, p. 97-104, 2017. <https://doi.org/10.17584/rcch.2017v11i1.5662>
- R Core Team (2024). R: A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing.
- ROMEIRO, Solange et al. Embalagem e tratamento químico na conservação de ramos portaborbulhas de laranja 'Natal' em câmara fria. *Laranja*, v. 22, n. 2, p. 425-433, 2001.
- SAMPAIO, Aloísio Costa; WHATELY, Maria Cecília. **Abacaticultura sustentável**. [s.l.] Atena Editora, 2022. <https://doi.org/10.22533/at.ed.643222704>
- SANTOS, Cleberton Correia; SCALON, Silvana de Paula Quintão. **Ecofisiologia e nutrição de espécies frutíferas e arbóreas**. Nova Xavantina, MT: Pantanal Editora, 2020. 150p.
- SIQUEIRA, Dalmo Lopes de et al. Viabilidade de hastes porta-borbulhas de citros em diferentes estádios de desenvolvimento e períodos de armazenamento. **Revista Ceres**, v. 57, p. 103-111, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2010000100017>
- SOUZA, Jackson Aparecido Chaves et al. Avocado: Is it possible to produce two seedlings with one seed?. **Revista Ceres**, v. 67, p. 152-155, 2020. <https://doi.org/10.1590/0034-737X202067020009>