

INFLUÊNCIA DA MATURAÇÃO E ARMAZENAMENTO DOS FRUTOS NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Myrcia oblongata* DC. (MYRTACEAE)¹

INFLUENCE OF FRUIT MATURATION AND STORAGE ON THE GERMINATION OF *Myrcia oblongata* DC. (MYRTACEAE) SEEDS¹

Yacov KILSZTAJN^{2,3}; Daniel Gaia CAROZZI²; Guilherme Brandão do AMARAL²

RESUMO - Este trabalho buscou avaliar a influência da maturação e armazenamento dos frutos na germinação de sementes de *Myrcia oblongata* DC. (Myrtaceae), uma espécie nativa do Brasil indicada para a arborização urbana e recuperação florestal, cuja germinação ainda não havia sido estudada. Frutos imaturos e maduros foram coletados de nove indivíduos de uma mesma população e a germinação foi avaliada em casa de vegetação. A porcentagem média de germinação obtida logo após a coleta foi de 99%, e o tempo médio para germinação foi de aproximadamente 10 dias. O armazenamento dos frutos em geladeira (5°C) possibilitou a manutenção da viabilidade das sementes por até 90 dias, enquanto o acondicionamento em temperatura ambiente acarretou na perda da viabilidade dentro de um mês. Não houve variação significativa entre a germinação de sementes de frutos imaturos e maduros, o que sugere que ambos podem ser coletados para produção de mudas.

Palavras-chave: Arborização urbana; Produção de mudas; Viveiro.

ABSTRACT - This study aimed to assess the influence of fruit maturation and storage on the seed germination of *Myrcia oblongata* DC. (Myrtaceae), a native species of Brazil recommended for urban afforestation and forest recovery, whose germination had not been previously investigated. Immature and mature fruits were collected from nine individuals of the same population, and germination was evaluated in a greenhouse. The average germination percentage obtained immediately after collection was 99%, with an average germination time of approximately 10 days. Storage of fruits in a refrigerator (5°C) allowed the maintenance of seed viability for up to 90 days, while storage at room temperature resulted in viability loss within one month. There was no significant variation between the germination of seeds from immature and mature fruits, suggesting that both can be collected for seedling production.

Keywords: Urban forestry; Seedling production; Greenhouse.

1 INTRODUÇÃO

Na década de 1970, ao mostrar que a viabilidade das sementes podia ser estendida por meio da redução da temperatura e umidade durante o armazenamento de forma previsível, Roberts (1973) também descreveu um grupo de espécies cujas sementes possuem um comportamento distinto, são intolerantes à dessecação. Essas sementes ele chamou de recalcitrantes, em oposição às sementes previsíveis, as quais chamou de ortodoxas. A diminuição no teor de umidade das sementes recalcitrantes acarreta na diminuição da viabilidade do embrião, de forma que sua

conservação *ex situ* em bancos de germoplasma é um grande desafio (Leal 2019).

Ao contrário das sementes ortodoxas, que completam todas as etapas da maturação fisiológica, as sementes recalcitrantes são dispersas da planta mãe logo após a embriogênese, ainda com alto teor de umidade (Silva et al. 2018). Quanto mais espécies são estudadas, mais difícil fica para contemplá-las nestas duas categorias (Barbedo et al. 2013). Estudos recentes discutem a validade dessa classificação e propõem a distinção das sementes por meio de um gradiente de acordo com o nível de maturidade atingido durante o desenvolvimento vinculado à planta mãe

Recebido em 28.08.2025. Aceito para publicação em 14.10.2025. Publicado em 23.10.2025.

² Viveiro Harry Blossfeld, Secretaria do Verde e do Meio Ambiente da Pref. Municipal de São Paulo, Rua Mesopotâmia s/n, Cotia - SP, 06712-100, Brazil.

³ Autor para correspondência: Yacov Kilsztajn - ykilmall@gmail.com

(Barbedo et al. 2013, Barbedo 2018; Walters 2015); porém assumem que, para efeito prático em relação à capacidade de armazenamento, essa classificação ainda é válida (Barbedo 2018).

A maturidade fisiológica das sementes é comumente associada ao seu melhor desempenho germinativo. Usualmente, entende-se que as sementes atingem sua germinabilidade máxima quando os frutos estão maduros (Sumner e Mollon 2000). Uma vez que as sementes recalcitrantes não completam seu processo de maturação e, portanto, atingem seu potencial máximo de germinação ainda imaturas (Barbedo 2018), investigar a relação entre a maturação dos frutos e a germinabilidade das sementes pode auxiliar no entendimento da estratégia reprodutiva dessas espécies, além de auxiliar na identificação de frutos aptos para coleta visando a produção de mudas.

Diversas plantas cujas sementes são dispersas por animais diurnos, apresentam uma mudança na coloração dos frutos quando atingem a maturidade, se tornando mais conspícuos em meio à folhagem (Janson 1983; Willson e Whelan, 1990; Cazetta et al. 2009; Valido et al. 2011). Porém, geralmente essa mudança na coloração não acontece simultaneamente, de forma que as plantas costumam apresentar frutos em mais de um estágio de maturação ao mesmo tempo (Cruz-Tejada et al. 2018). Sendo assim, é esperado que frutos ainda em estágios intermediários de maturação sejam consumidos e suas sementes possuam uma chance de germinar, o que tem sido chamado de hipótese do atraso-atrativo visual (“delayed visual signal hypothesis”; Pardo e Stevenson 2008).

Myrtaceae é uma grande família de plantas lenhosas com flores (aproximadamente 140 gêneros e 6000 espécies) que ocorre predominantemente no hemisfério sul em regiões tropicais e subtropicais (Govaerts et al. 2021). A tribo Myrteae se destaca dentro da família por sua alta taxa de diversificação, possivelmente relacionada à evolução de frutos carnosos (Biffin et al. 2010). Myrteae é a maior tribo em Myrtaceae (cerca de 51 gêneros e 2500 espécies) e representa quase toda a diversidade da família em ambientes neotropicais (Lucas et al. 2007; Vasconcelos et al. 2017). Devido aos seus frutos carnosos consumidos por aves e mamíferos majoritariamente diurnos (Lughadha e Proença 1996; Gressler et al. 2006) e sementes em sua maioria classificadas como recalcitrantes (Wyse e

Dickie 2017), as espécies de Myrteae configuram um bom modelo para investigar tanto o armazenamento de sementes com alto teor de umidade, como também a hipótese do atraso-atrativo visual.

Myrcia oblongata DC. (Myrteae) (Figura 1) é uma espécie nativa do Brasil (Santos et al. 2024) com potencial para arborização urbana e recuperação de áreas degradadas (Gomes et al. 2016; Barbosa et al. 2017), seus frutos são atrativos para a fauna (Barbosa et al. 2017) e os compostos fitoquímicos presentes em suas folhas apresentam atividade antimicrobiana, antioxidante e inseticida, podendo ser utilizada como alternativa no controle biológico de parasitas e microrganismos patogênicos (Santana et al. 2021); entretanto, não há nenhum estudo sobre sua germinação, o que dificulta a produção de mudas e seu uso para fins ecológicos, ornamentais, agrícolas e medicinais. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência da maturação e armazenamento dos frutos na germinação de sementes de *M. oblongata*, a fim de testar a hipótese do atraso-atrativo visual para a espécie e recomendar métodos de armazenamento vinculados à produção de mudas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Viveiro Harry Blossfeld da Prefeitura Municipal de São Paulo, localizado em Cotia (23°36'30.0"S 46°50'48.9"W), no período de março a agosto de 2023. Os frutos foram colhidos de nove indivíduos de uma mesma população localizada próxima ao Viveiro, no Parque Municipal Cemucam (23°36'39.0"S 46°50'35.1"W). De acordo com a classificação Köppen a região de estudo apresenta Cwa, clima subtropical de inverno seco, com chuvas concentradas no verão e temperatura média máxima acima de 22°C.

O estudo foi dividido em duas fases, primeiramente foi testada a influência da maturação dos frutos na germinação (teste I) e posteriormente o impacto de diferentes tipos de armazenamento dos frutos na viabilidade das sementes (teste II). Para o teste I foram plantadas sementes oriundas de frutos maduros (epicarpo roxo) e imaturos (epicarpo verde) 3 dias após a coleta, com 10 repetições de 100 sementes para cada ponto de maturação, totalizando 2000 sementes testadas. Para o teste II os frutos foram acondicionados em (A) recipiente fechado em geladeira (5°C), (B) recipiente aberto e (C)

recipiente fechado em temperatura ambiente por 3, 10, 20, 30, 60, 90 e 120 dias após a colheita; o delineamento amostral foi inteiramente casualizado, com esquema fatorial 3x7 (tratamento x tempo de armazenamento), com 10 repetições de 10 sementes para cada tratamento, totalizando 2100 sementes testadas.

Para ambos os testes os frutos foram selecionados aleatoriamente, no teste I dentro das categorias maduro e imaturo e no teste II desconsiderando o ponto de maturação. A polpa foi retirada manualmente e as sementes foram lavadas sobre peneira em água corrente. O plantio foi realizado em bandejas brancas contendo vermiculita como substrato, mantidas em estufa de plástico leitoso com sistema de irrigação automático de ativações periódicas por 30 segundos a cada 60 minutos. O registro da germinação foi realizado a cada três ou quatro dias e a emergência apenas 45 dias após a primeira germinação. Para a germinação utilizou-se como critério a emissão de, pelo menos, 2 mm da raiz primária; para emergência a emissão do hipocótilo e estabelecimento de plântulas.

Foram avaliadas as porcentagens de germinação e emergência, o índice de velocidade de germinação (IVG) e o tempo médio de germinação (TMG). Os indicadores temporais, IVG e TMG, foram calculados com base nas fórmulas propostas por Labouriau (1983), modificada por Santana; Ranal (2004), e Maguire

(1962), respectivamente. Utilizando o software R [função *HSD.test* no pacote *agricolae*] (De Mendiburu, 2009), os resultados foram testados por análise de variância (ANOVA) e submetidos ao teste de significância de Tukey, adotando valor crítico de 5% ($p < 0,05$).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sementes oriundas de frutos imaturos e maduros apresentaram germinação muito semelhante, 99,5% e 98,1%, respectivamente. Entre os estágios de maturação não houve variação significativa na taxa de germinação nem no TMG; entretanto, o IVG foi significativamente maior para sementes de frutos imaturos, indicando uma germinação mais rápida (Figura 1). Resultados semelhantes foram relatados para outras espécies da tribo Myrteae, nas quais a maturação do fruto nem sempre está diretamente associada ao potencial germinativo das sementes (Cruz-Tejada et al. 2018; Ávila et al. 2009; Júnior et al. 2007). Em *Eugenia pyriformis* Cambess., por exemplo, sementes provenientes de frutos verdes/amarelos apresentaram taxas de germinação superiores às de frutos laranjas ou passados, enquanto em *E. involucrata* DC. foram os frutos vermelhos que exibiram melhor desempenho germinativo em relação aos verdes (Oro 2012; Costella et al. 2025).

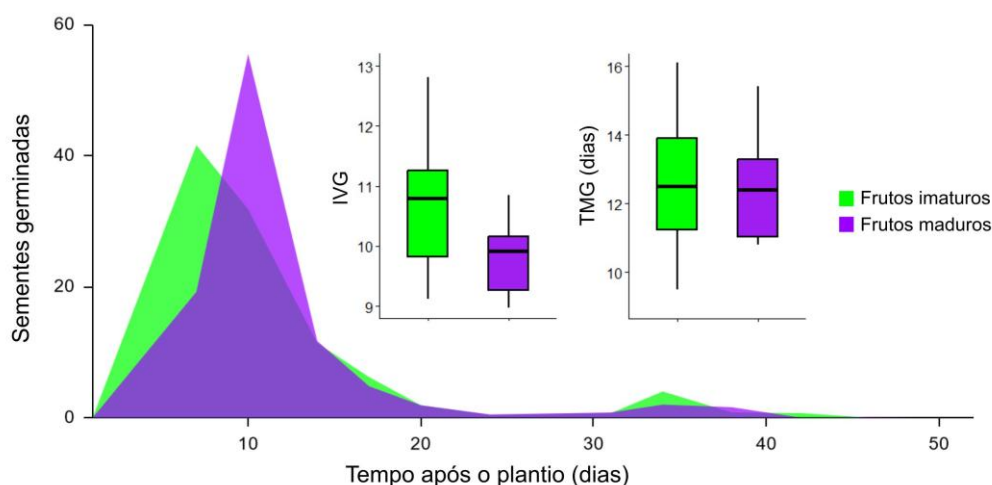


Figura 1. Média diária das sementes germinadas por tempo após o plantio, índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) em função da maturidade dos frutos de *M. oblongata*.

Figure 1. Daily mean number of germinated seeds over time after sowing, germination speed index (GSI), and mean germination time (MGT) as a function of fruit maturity in *M. oblongata*.

Do ponto de vista aplicado, a ausência de diferenças significativas na germinabilidade entre frutos imaturos e maduros em *M. oblongata* amplia as possibilidades de coleta, já que ambos podem ser utilizados para a produção de mudas. Essa flexibilidade é relevante para programas de restauração ecológica e produção em viveiros, considerando que a disponibilidade de frutos totalmente maduros pode ser limitada em populações naturais (Sbrussi et al. 2014; Barroso et al. 2017). Alexandre et al. (2006), avaliando a germinação de *Plinia peruviana* (Poir.) Govaerts (Myrteae), também observou que as sementes não apresentam variação significativa no potencial germinativo entre diferentes estágios de maturação dos frutos. Esses achados reforçam que sementes viáveis podem ser obtidas a partir de frutos em diferentes fases de maturação, o que confere vantagens ecológicas e práticas para a reprodução e manejo dessas espécies.

No caso da *M. oblongata*, a falta de variação significativa entre a germinação de sementes de frutos imaturos e maduros sugere que o estágio de maturação dos frutos não indica o potencial germinativo das sementes, indo de acordo com a hipótese do atraso-atrativo visual. Dessa forma,

tanto frutos imaturos como maduros podem ser coletados para produção de mudas. Vale ressaltar que as sementes de frutos imaturos apresentaram maior velocidade de germinação, o que pode estar relacionado com adaptações do sistema reprodutivo à fatores bióticos e/ou abióticos, possível objeto de análise para estudos futuros.

Com relação à influência do armazenamento dos frutos, em 10 dias não houve alteração significativa para nenhum dos tratamentos nas taxas de germinação e emergência, nem no IVG e TMG. Para o tratamento B, após 20 dias, ocorreu uma queda de 97% na taxa de germinação e aumento de 128% no TMG; a partir de 30 dias as sementes não germinaram. Para o tratamento C, após 30 dias, ocorreu uma queda de 80% na taxa de germinação e aumento de 91% no TMG; a partir de 60 dias não ocorreu germinação. Para o tratamento A, em até 60 dias não houve variação significativa nas taxas de germinação e emergência, nem no IVG e TMG; após 90 dias, ocorreu uma queda de 31% na taxa de germinação e 62% na taxa de emergência, além de um aumento de 74% no TMG; a partir de 120 dias as sementes não germinaram mais (Figura 2 e Tabela 1).

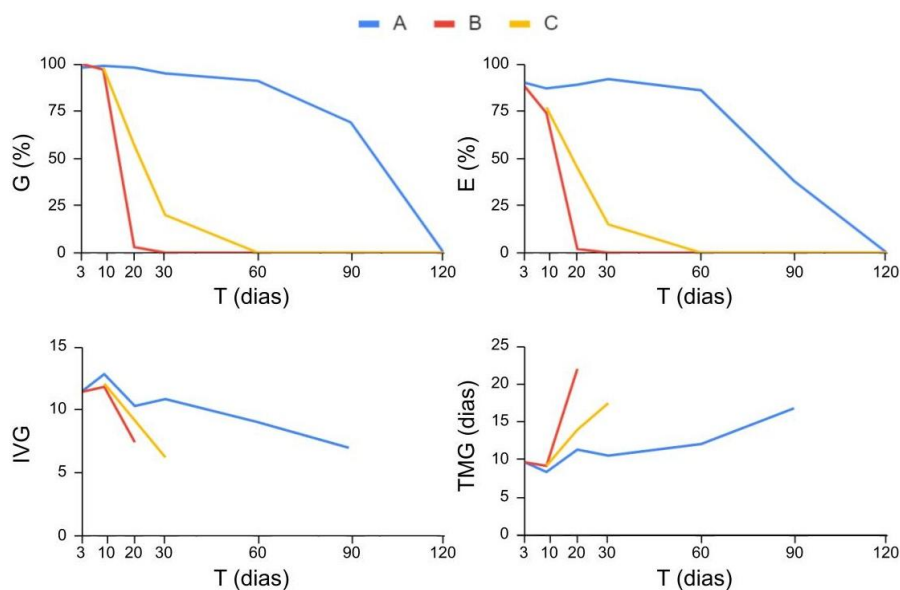


Figura 2. Médias das taxas de germinação (G) e emergência (E), índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) em função do tratamento e tempo de armazenamento dos frutos (T); tratamentos: frutos acondicionados em recipiente fechado em geladeira (A), recipiente aberto (B) e recipiente fechado (C) em temperatura ambiente.

Figure 2. Mean germination (G) and emergence (E) rates, germination speed index (GSI), and mean germination time (MGT) as a function of treatment and fruit storage time (T) in *Myrcia oblongata*. Treatments: fruits stored in a closed container under refrigeration (A), in an open container at room temperature (B), and in a closed container at room temperature (C).

Tabela 1. Médias e desvios padrões das taxas de germinação (G) e emergência (E), índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) em função do tratamento e tempo de armazenamento dos frutos de *Myrcia oblongata*.

Table 1. Means and standard deviations of germination (G) and emergence (E) rates, germination speed index (GSI), and mean germination time (MGT) as a function of treatment and fruit storage time (T) in *Myrcia oblongata*. Treatments: fruits were stored in a closed container under refrigeration (A), in an open container at room temperature (B), and in a closed container at room temperature (C).

T=	3 dias		10 dias		20 dias		30 dias		60 dias		90 dias	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
G (%)												
Tratamento A	98 Aa*	4,22	99 Aa	3,16	98 Aa	4,22	95 Aa	9,72	91 Aa	8,76	69 Ab	17,92
Tratamento B	100 Aa	0	97 Aa	6,75	3 Cb	4,83	0 Cb	0	0 Bb	0	0 Bb	0
Tratamento C	**	**	98 Aa	4,22	57 Bb	17,67	20 Bc	11,55	0 Bc	0	0 Bc	0
E (%)												
Tratamento A	90 Aa	10,54	87 Aa	15,67	89 Aa	5,68	92 Aa	13,17	86 Aa	8,43	38 Ab	13,98
Tratamento B	88 Aa	15,49	74 Aa	16,47	2 Cb	4,22	0 Cb	0	0 Bb	0	0 Bb	0
Tratamento C	**	**	77 Aa	19,47	45 Bb	17,80	15 Bc	9,72	0 Bc	0	0 Bc	0
IVG												
Tratamento A	11,53 Aab	1,20	12,84 Aa	0,89	10,31 Abc	1,70	10,86 Aabc	1,30	9,04 c	1,16	6,99 d	1,96
Tratamento B	11,45 Aa	1,02	11,80 Aa	0,85	7,43 Ab	6,14	***	***	***	***	***	***
Tratamento C	**	**	12,16 Aa	1,27	9,16 Ab	1,81	7,24 Bb	2,18	***	***	***	***
TMG (dias)												
Tratamento A	9,63 Abc	1,42	8,35 Ac	0,79	11,31 Bbc	2,01	10,51 Bbc	1,98	12,05 b	1,79	16,78 a	4,07
Tratamento B	9,63 Ab	1,42	9,16 Ab	0,96	22 Aa	17,35	***	***	***	***	***	***
Tratamento C	**	**	9,16 Ab	0,96	13,94 ABa	3,66	17,46 Aa	4,37	***	***	***	***

*Médias seguidas pela mesma letra (maiúsculas para comparação entre tipos de armazenamento e minúsculas para comparação entre tempos de armazenamento) não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; **O tratamento C não foi testado para o período de três dias de armazenamento; ***Uma vez que a germinabilidade é nula não é possível obter o IVG e o TMG.

*Means followed by the same letter (uppercase for comparisons among storage types and lowercase for comparisons among storage times) do not differ significantly according to Tukey's test at the 5% probability level; **Treatment C was not tested for the three-day storage period; **Since germination was null, GSI and MGT could not be calculated.

Enquanto os tratamentos B e C causaram perda da viabilidade das sementes dentro de um mês, o tratamento A possibilitou a germinação até 90 dias após a colheita. Conforme o aumento do tempo de armazenamento, a velocidade diminuiu e o tempo médio de germinação aumentou para todos os tratamentos. O armazenamento em recipiente fechado em geladeira (5°C), entre os testados, se mostrou o mais indicado para preservar a viabilidade das sementes de *M. oblongata*.

Os resultados indicam que as sementes de *M. oblongata* apresentam características típicas de sementes recalcitrantes, como evidenciado pela rápida perda de viabilidade quando armazenadas em temperatura ambiente (Nagendra et al. 2019; Rossetti et al. 2023). A perda foi ainda mais rápida em recipientes abertos, indicando que a manutenção da umidade interna das sementes é crucial para sua germinação. Esses resultados sugerem que *M. oblongata* compartilha restrições fisiológicas comuns a outras espécies da família Myrtaceae (Wyse e Dickie 2017), o que deve ser considerado no planejamento de estratégias de conservação e produção de mudas.

Os métodos de armazenamento testados neste estudo são de baixo custo e fácil implementação, permitindo preservar a viabilidade das sementes por até 90 dias sob refrigeração. Essa possibilidade oferece maior flexibilidade para a logística interna de viveiros, ampliando o tempo de manobra entre a coleta dos frutos e a semeadura, o que facilita o planejamento e a produção de mudas em maior escala. Embora tais estratégias sejam eficientes no curto prazo, pesquisas recentes têm buscado soluções mais duradouras como a criopreservação (Patra 2025; Fernández et al. 2023), que pode viabilizar o armazenamento a longo prazo de sementes recalcitrantes ou de difícil conservação.

4 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos demonstram que *Myrcia oblongata* apresenta alta capacidade germinativa, independentemente do estágio de maturação dos frutos, o que reforça a hipótese do atraso-atrativo visual e amplia as possibilidades de coleta para produção de mudas, já que tanto frutos imaturos quanto maduros podem ser utilizados. Além disso, verificou-se que a viabilidade das sementes pode ser mantida por até 90 dias sob refrigeração, com

pouca alteração na taxa de germinação, o que representa uma alternativa prática e de baixo custo para o manejo em programas de viveiro e restauração ecológica. Embora as características observadas sugiram afinidade com o comportamento recalcitrante descrito para outras espécies de Myrtaceae, ainda são necessários estudos específicos sobre a relação entre teor de umidade e viabilidade das sementes para confirmar essa classificação em *M. oblongata*. Recomenda-se, ainda, que trabalhos futuros testem diferentes pontos de maturação e formas de armazenamento de frutos e sementes, de modo a ampliar o conhecimento sobre a germinação e conservação da espécie.

5 AGRADECIMENTOS

À equipe do Viveiro Harry Blossfeld, em especial Isabela Ferrareze dos Santos, Letícia Agra, Raphael Monteiro Ferreira e Sophia Yukimi Honda Cáceres, pelo auxílio na coleta dos frutos, beneficiamento e plantio das sementes. À Elza Terezinha dos Santos por conselhos referentes ao desenho experimental.

6 CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Conceituação, Metodologia e Análise formal: YK e DGC; Supervisão e Validação: GBA; Redação – rascunho original: YK e DGC; Redação – revisão e edição: todos os autores.

7 CONFLITOS DE INTERESSE

Os autores declaram que não há conflitos de interesse relacionados à publicação do manuscrito.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alexandre RS, Wagner Júnior A, Negreiros JRS, Bruckner CH. 2006. Influência do estágio de maturação dos frutos e substratos na germinação de sementes e desenvolvimento inicial de plântulas de jabuticabeira. *Revista Brasileira Agrociência* 12(2): 227-230.
- Ávila AL, Argenta MS, Muniz MFB, Poletto I, Blume E. 2009. et al. Maturação fisiológica e coleta de sementes de *Eugenia uniflora* L. (pitanga), Santa Maria, RS. *Ciência Florestal* 19: 61-68.

- Barbedo CJ. 2018. A new approach towards the so-called recalcitrant seeds. *Journal of Seed Science* 40: 221-236.
- Barbedo CJ, Centeno DC, Ribeiro RCLF. 2013. Do recalcitrant seeds really exist? *Hoehnea* 40: 583-593.
- Barbosa LM. 2017. Lista de espécies indicadas para restauração ecológica para diversas regiões do estado de São Paulo. São Paulo: Instituto de Botânica. Disponível: <https://www.infraestruturamioambiente.sp.gov.br/institutodebotanica/wp-content/uploads/sites/235/2019/10/lista-especies-rad-2019.pdf> Acesso: 28 ago. 2025.
- Barroso NDS, Souza MO, Rodrigues LCS, Pelacani CR. 2017. Maturation stages of fruits and physiological seed quality of *Physalis ixocarpa* Brot. Ex Hormen. *Revista Brasileira de Fruticultura* 39(3): e-151.
- Biffin E, Lucas EJ, Craven LA, Costa IR, Harrington MG, Crisp MD. 2010. Evolution of exceptional species richness among lineages of fleshy-fruited Myrtaceae. *Annals of Botany* 106(1): 79-93.
- Cazetta E, Schaefer HM, Galetti M. 2009. Why are fruits colorful? The relative importance of achromatic and chromatic contrasts for detection by birds. *Evolutionary Ecology* 23: 233-244.
- Costella C, Gasparin E, Machado-Araújo M, Griebeler AM, Miranda-Aguilar MV, Silva-Wertonge G, Kuinchtner CC, Souza H, Pegoraro-Stangarlin M, Cezimbra-Quevedo A. 2025. *Quality of Eugenia involucrata* seeds: a physiological and biochemical approach as a response to fruit maturation. *Bosque* 46(1): 41-52.
- Cruz-Tejada DM, Acosta-Rojas DC, Stevenson PR. 2018. Are seeds able to germinate before fruit color ripening? Evidence from six Neotropical bird-dispersed plant species. *Ecosphere* 9(6): e02174.
- Fernández A, León-Lobos P, Contreras S, Ovalle JF, Serksen S, Walt KVD, Ballesteros D. 2023. The potential impacts of climate change on ex situ conservation options for recalcitrant-seeded species. *Frontiers in Forests and Global Change* 6: 1110431.
- Gressler E, Pizo MA, Morellato LPC. 2006. Pollination and seed dispersal of Brazilian Myrtaceae. *Brazilian Journal of Botany* 29: 509-530.
- Gomes JP, Dacoregio HM, Silva KM, Rosa LH, Bortoluzzi RLC. 2017. Myrtaceae na bacia do rio Caveiras: características ecológicas e usos não madeireiros. *Floresta e Ambiente* 24: e20150111
- Govaerts R, Sobral M, Ashton P, Barrie FR, Holst BK, Landrum L, Matsumoto K, Mazine FF, Nic Lughadha EM, Proença CEB, Soares-Silva LH, Wilson PG, Lucas E. 2021. Myrtaceae. In: *World Checklist of Selected Plant Families*. Disponível: https://www.researchgate.net/publication/43655483_World_Checklist_of_Myrtaceae Acesso: 28 ago. 2025.
- Janson CH. 1983. Adaptation of fruit morphology to dispersal agents in a neotropical forest. *Science* 219: 187-189.
- Júnior CNS, Bernardo V, Barbosa JM, Castan GS, Menegucci ZDRH. 2007. Coloração dos frutos como indicador de maturação de sementes de Araçarana (*Calythranthes clusiifolia* (Miq.) O. Berg). *Revista Brasileira de Biociências* 5(2): 1131-1133.
- Labouriau LG. 1983. A germinação das sementes. Washington: Organização dos Estados Americanos. (Monografias Científicas).
- Leal IL. 2019. Estudos preliminares para estabelecimento de protocolo de criopreservação em sementes recalcitrantes. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Fronteira Sul.
- Lucas EJ, Harris SA, Mazine FF, Belsham SR, Nic Lughadha EM, Telford A, Gasson PE, Chase MW. 2007. Suprageneric phylogenetics of Myrteae, the generically richest tribe in Myrtaceae (Myrtales). *Taxon* 56: 1105-1128.
- Lughadha EN, Proença C. 1996. A survey of the reproductive biology of the Myrtoideae (Myrtaceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden* 83(4): 480-503.
- Maguire JD. 1962. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science* 2: 176-177.

- Nagendra MS, Reddy S, Tamilarasan C, Ragupathi KP. 2019. Refrigerated storage of recalcitrant seeds reduces the seed viability: a myth? Research Journal of Agricultural Sciences 10(2): 455–456.
- Oro P. 2012. Maturação fisiológica de sementes de *Eugenia pyriformis* Cambess. e *Eugenia involucrata* DC. Revista Biotemas 25(3): 11-18.
- Pardo F, Stevenson PR. 2008. Conspicuousness, fruit preference and germination rate of *Miconia nervosa* y *Miconia trinervia* (Melastomataceae). Thesis. Universidad de Los Andes, Bogotá, Bogotá DC, Colombia.
- Patra S. 2025. Recalcitrant Seeds: A Review of Research on the Key Factors Affecting and some Important Management Strategies for Extending Longevity during Storage. Journal of Stress Physiology & Biochemistry 21(1): 190-205.
- Roberts EH. 1973. Predicting the storage life of seeds. Seed Science and Technology 1: 499-514.
- Rossetti C, Rosa CP, Pagel GO, Aumonde TZ, Tunes LVM. 2023. Challenges for storing recalcitrant seeds. Colloquium Agrariae 19(1): 352-362.
- Santana CB, Souza JGL, Toledo AG, Alves LFA, Alves DS, Correa JM, Pinto FGS. 2021. Antimicrobial and insecticidal effects of essential oil and plant extracts of *Myrcia oblongata* DC in pathogenic bacteria and *Alphitobius diaperinus*. Brazilian Journal of Biology 82: 233-425.
- Santana DG, Ranal MC. 2004. Análise da germinação: um enfoque estatístico. Brasília: UnB.
- Santos MF, Amorim BS, Burton GP, Fernandes T, Gaem PH, Lourenço ARL, Lima DF, Rosa PO, Santos LLD, Staggemeier VG, Vasconcelos TNC, Lucas EJ. 2024. Myrcia. In: FLORA e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB10733>. Acesso: 16 fev. 2024.
- Sbrussi CAG, Zucareli C, Prando AM, Barbosa da Silva BVA. 2014. Maturation stages of fruit development and physiological seed quality in *Physalis peruviana*. Revista Ciência Agronômica 45: 543-549.
- Silva EAA, Oliveira JM, Pereira WVS. 2018. Fisiologia das sementes. In: Sementes do Brasil: produção e tecnologia para espécies da flora brasileira. São Paulo: Instituto de Botânica. p. 15-40.
- Sumner P, Mollon JD. 2000. Chromaticity as a signal of ripeness in fruits taken by primates. Journal of Experimental Biology 203(13): 1987-2000.
- Valido A, Schaefer HM, Jordano P. 2011. Colour, design and reward: phenotypic integration of fleshy fruit displays. Journal of Evolutionary Biology 24(4): 751-760.
- Vasconcelos TNC, Proença CEB, Ahmad B, Aguilar DS, Aguilar R, Amorim BS, Campbell K, Costa IR, De-Carvalho PS, Faria JEQ, Giaretta A, Kooij PW, Lima DF, Mazine FF, Peguero B, Prenner G, Santos MF, Soewarto J, Wingler A, Lucas EJ. 2017. Myrteae phylogeny, calibration, biogeography and diversification patterns: increased understanding in the most species rich tribe of Myrtaceae. Molecular Phylogenetics and Evolution 109: 113-137.
- Walters C. 2015. Orthodoxy, recalcitrance and in-between: describing variation in seed storage characteristics using threshold responses to water loss. Planta 242: 397-406.
- Willson MF, Whelan CJ. 1990. The evolution of fruit color in fleshy-fruited plants. The American Naturalist 136(6): 790-809.
- Wyse SV, Dickie JB. 2017. Predicting the global incidence of seed desiccation sensitivity. Journal of Ecology 105(4): 1082-1093.