

Efeito da sacarose na viabilidade polínica de *Campomanesia xanthocarpa* (Mart.) O.Berg e *Myrcianthes pungens* Berg. (Myrtaceae)

Effect of sucrose on pollen viability of Campomanesia xanthocarpa (Mart.) O.Berg and Myrcianthes pungens Berg. (Myrtaceae)

Carlos Henrique Alves **LAPA**^{1,4}; Samuel de Barros **SILVA**²; Luan Tiago dos Santos **CARBONARI**¹; Bruno Jan Schramm **CORRÊA**¹; Michele Mara da Silva **LAPA**¹; Roseli Lopes da Costa **BORTOLUZZI**³ & Adelar **MANTOVANI**¹

RESUMO

A mata atlântica, reconhecida por sua rica biodiversidade, enfrenta desafios de conservação em decorrência da exploração histórica e fragmentação. Espécies nativas como *Campomanesia xanthocarpa* (guabiroba) e *Myrcianthes pungens* (guabiju) possuem relevância ecológica e econômica, mas carecem de estudos sobre sua biologia reprodutiva. Este trabalho avaliou a viabilidade do pólen dessas espécies em diferentes concentrações de sacarose. Os grãos de pólen, coletados em flores em antese, foram incubados por 24 horas a 25°C ± 2°C, e a viabilidade foi avaliada como a porcentagem de grãos germinados em meios de cultura com diferentes concentrações de sacarose (0%, 5%, 10%, 15% e 20%). Os resultados mostraram que, em *M. pungens*, a viabilidade máxima foi de 57%, estimada em concentrações superiores ao intervalo testado (~22,65%), com alta precisão experimental (R² = 94%). Para *C. xanthocarpa*, não houve efeito significativo das concentrações de sacarose, com viabilidade média de 68%, indicando a necessidade de investigar outros fatores. Os achados evidenciam diferenças marcantes nos mecanismos reprodutivos das espécies em questão, reforçando a necessidade de abordagens específicas para otimizar sua avaliação.

Palavras-chave: germinação *in vitro*, guabiju, guabirobeira, pólen.

ABSTRACT

The Atlantic Forest, recognized for its rich biodiversity, faces conservation challenges due to historical exploitation and fragmentation. Native species such as *Campomanesia xanthocarpa* (guabiroba) and *Myrcianthes pungens* (guabiju) have ecological and economic relevance but lack studies on their reproductive biology. This work evaluated the pollen viability of these species in different sucrose concentrations. Pollen grains, collected from flowers in anthesis, were incubated for 24 h at 25°C ± 2°C, and viability was evaluated as the percentage of germinated grains in culture media with different sucrose concentrations (0%, 5%, 10%, 15% and 20%). The results showed that in *M. pungens*, the maximum viability was 57%, estimated at concentrations higher than the tested range (~22.65%), with high experimental precision (R² = 94%). For *C. xanthocarpa*, there was no significant effect of sucrose concentrations, with an average viability of 68%, indicating the need to investigate other factors. The findings show marked differences in the reproductive mechanisms of these species, reinforcing the need for specific approaches to optimize their evaluation.

Keywords: guabiju, guabirobeira, *in vitro* germination, pollen.

Recebido em: 13 maio 2025

Aceito em: 22 jul. 2025

¹ Universidade do Estado de Santa Catarina (Udesc), Pós-graduação em Produção Vegetal, Avenida Luiz de Camões, n. 2090, Conta Dinheiro – CEP 88520-000, Lages, SC, Brasil.

² Udesc, Pós-graduação em Engenharia Florestal, Lages, SC, Brasil.

³ Udesc, Pós-graduação em Produção Vegetal e Engenharia Florestal, Lages, SC, Brasil.

⁴ Autor para correspondência: carlos.halapa@gmail.com.

INTRODUÇÃO

A mata atlântica é um dos biomas mais biodiversos do mundo, contudo poucas espécies vegetais foram estudadas, o que dificulta a implementação de estratégias eficazes para seu uso e conservação (MYERS *et al.*, 2000; RIBEIRO *et al.*, 2009). O bioma foi alvo de intensa exploração e fragmentação, resultando em perda da biodiversidade local, isolamento de populações e, conseqüentemente, em mudanças nos padrões de polinização e dispersão das espécies (LAURANCE, 2002). Dessa forma, testes de germinação de pólen *in vitro* permitem quantificar a capacidade germinativa do pólen em condições controladas, fornecendo dados sobre o potencial reprodutivo de populações isoladas (DAFNI *et al.*, 2005). Além disso, ajudam a identificar possíveis limitações na polinização, tais como baixa viabilidade polínica ou incompatibilidade, que podem estar contribuindo para a redução na frutificação e no aumento da deriva genética (KEARNS & INOUE, 1993; RECH *et al.*, 2014).

Dentre as espécies nativas com poucas informações reprodutivas, destacam-se *Campomanesia xanthocarpa* (Mart.) O.Berg e *Myrcianthes pungens* Berg. (Myrtaceae), que apresentam importância ecológica e econômica (BATTILANI *et al.*, 2005; BIEGELMEIER & DE MARCHI, 2019).

C. xanthocarpa, conhecida popularmente como guabiroba, é uma árvore semidecídua que pode atingir de 4 a 15 metros de altura, com copa densa e alongada, tronco canelado e descamante (LORENZI, 2002). Os frutos caracterizam-se como baga globosa, indeiscente, com até 10 sementes, possuindo consistência carnácea e polispérmica. O epicarpo é descrito como glabro, com superfície lisa e brilhante quando maduro. A coloração do fruto varia de verde-escuro a amarelo laranja e laranja intenso quando maduro (HERZOG *et al.*, 2012). Suas folhas são simples, opostas e coriáceas, enquanto as flores são pequenas e brancas (SOUZA & LORENZI, 2008). Os frutos da guabiroba são comestíveis e muito apreciados para consumo *in natura*, sucos, geleias, sorvetes e licores (SILVA *et al.*, 2019). Além disso, a espécie é utilizada em projetos de paisagismo e restauração ecológica, graças à sua capacidade de atrair polinizadores e dispersores de sementes (KAMPA *et al.*, 2020). Apesar de sua importância, ainda há poucas informações sobre a propagação de *C. xanthocarpa*, o que limita seu emprego em programas de reflorestamento, uso e conservação (ALMEIDA *et al.*, 2023).

Por sua vez, *M. pungens*, conhecida popularmente como guabiju, é uma árvore frutífera que se destaca por seu potencial ecológico e econômico. O guabijuzeiro apresenta folhas simples, coriáceas e opostas, com flores brancas e frutos globosos de coloração roxa a negra quando maduros (MATTOS, 1989). A biologia reprodutiva da espécie é marcada por um ciclo reprodutivo com períodos de floração e frutificação que variam entre 95 e 147 dias (VEIT, 2019). Sua distribuição geográfica abrange principalmente o Sul do Brasil e regiões adjacentes na Argentina e Uruguai (BURCKHARDT *et al.*, 2012). Ecologicamente, a espécie desempenha um papel importante na manutenção da biodiversidade local, além da sua relevância econômica, por possuir potencial para exploração comercial de seus frutos, tanto para consumo *in natura* quanto para a produção de produtos processados (DANNER *et al.*, 2010). Estudos recentes têm destacado a importância de monitorar a sua fenologia e a biologia reprodutiva para otimizar o cultivo e a exploração adequada (DONADIO *et al.*, 2002).

Nesse sentido, uma compreensão mais detalhada e abrangente dos aspectos genéticos, ecológicos e fenológicos dessas espécies é imprescindível para orientar estratégias de conservação e promover o uso sustentável de espécies nativas da mata atlântica. Diante do cenário exposto, os testes de germinação de pólen *in vitro* tornam-se ferramentas essenciais para avaliar a viabilidade reprodutiva dessas espécies em condições de fragmentação, pois orientam estratégias de conservação, tais como a reintrodução de polinizadores ou o manejo de cruzamentos controlados, visando à manutenção da diversidade genética e à recuperação de populações ameaçadas (BREED *et al.*, 2015). Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar a germinação polínica *in vitro* de *C. xanthocarpa* e *M. pungens*, considerando diferentes concentrações de sacarose no meio de cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

CONDUÇÃO EXPERIMENTAL

Para o estudo da germinação de pólen, foram escolhidas duas espécies florestais: *C. xanthocarpa* (guabirobeira) e *M. pungens* (guabiju), ambas coletadas nas dependências da Universidade do Estado de Santa Catarina (Udesc), na área urbana na cidade de Lages, Santa Catarina. Selecionou-se uma matriz por espécie, e dez flores de cada uma foram coletadas manualmente na pré-antese/ antese, garantindo a viabilidade do pólen. Os tratamentos consistiram em diferentes concentrações de sacarose (0%, 5%, 10%, 15% e 20%), adicionadas a um meio de cultura contendo 2% de ágar. Prepararam-se as soluções dissolvendo-as em água destilada. O meio foi vertido em placas de Petri, contendo os diferentes tratamentos, que foram inoculadas com pólen e, então, incubadas em uma câmara de crescimento (B.O.D.) a uma temperatura constante de $25^{\circ}\pm 2^{\circ}\text{C}$, com umidade controlada. O período de incubação foi de 24 horas, após o qual a germinação do pólen foi avaliada.

Acompanhou-se a germinação do pólen sob microscópio de luz. Foram contados 300 grãos de pólen por repetição, sendo observados os grãos de pólen germinados e não germinados em cada tratamento, e a taxa de germinação foi calculada como a porcentagem de grãos germinados em relação ao total de grãos observados. Cada tratamento foi repetido três vezes, a fim de garantir uma precisão mínima dos resultados.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os pressupostos da análise de variância foram verificados antes da sua realização. Para tanto, avaliaram-se a normalidade dos resíduos, por intermédio do teste de Shapiro-Wilk, e a homogeneidade de variâncias entre os tratamentos, verificada pelo teste de Bartlett. Além disso, a independência dos resíduos foi inspecionada graficamente por meio da análise de resíduos *versus* valores ajustados.

A análise de variância, considerando o delineamento inteiramente casualizado, com os tratamentos definidos pelas diferentes concentrações de sacarose no meio de cultura, foi feita levando-se em conta o modelo estatístico $Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$, em que: Y_{ij} representa a observação da variável dependente (viabilidade polínica) para o i -ésimo nível de sacarose e a j -ésima repetição; μ é a média geral; T_i , o efeito fixo do i -ésimo tratamento (concentração de sacarose); ε_{ij} , o erro experimental associado, assumindo distribuição normal com média zero e variância constante.

Após a análise de variância, a variação atribuível aos tratamentos foi decomposta em contrastes ortogonais, visando definir o grau do polinômio a ser ajustado ao fator quantitativo inerente à concentração de sacarose. Com a definição do grau do polinômio, o modelo de regressão foi ajustado com o método dos quadrados mínimos, com o intuito de descrever a relação entre as concentrações de sacarose e a viabilidade polínica. O ponto de máximo ou mínimo da curva foi identificado pela derivada da função ajustada, determinando a concentração de sacarose que otimizou a viabilidade polínica. A significância dos coeficientes de regressão foi testada pelo teste t , enquanto a qualidade do ajuste foi avaliada pelo coeficiente de determinação, que expressa a proporção de variância explicada pelo modelo. Essas análises foram realizadas utilizando o *software* SAS OnDemand for Academics, com o procedimento GLM (General Linear Model).

RESULTADOS

A análise de variância para viabilidade polínica para as duas espécies avaliadas, submetidas a diferentes concentrações de sacarose no meio de cultura, apresentou diferentes resultados quanto à significância estatística (tabela 1). Para a espécie *M. pungens*, os tratamentos demonstraram significância, revelando uma forte relação entre os tratamentos e a variável analisada. Por outro lado, a espécie *C. xanthocarpa* não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos, sugerindo que as concentrações de sacarose testadas não exerceram uma influência substancial na viabilidade polínica da espécie, visto que sua média geral obteve um valor próximo a 68% dos

grãos de pólen viáveis. Tal resultado sugere que essa espécie possui uma viabilidade intrínseca alta, independentemente das variações na concentração de sacarose.

Tabela 1 – Análise de variância para viabilidade polínica nas espécies, *M. pungens* e *C. xanthocarpa*, utilizando como tratamentos diferentes concentrações de sacarose no meio de cultura. Legenda: * Significativo a 5% pelo teste F, com $H_0: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_n$; G.L.: graus de liberdade.

Causa de variação	G.L.	Quadrado médio	
		<i>Myrcianthes pungens</i>	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>
Tratamento	4	335,59*	53,91 ^{ns}
Erro	10	6,90	70,04
Média geral (%)		47,02	68,72
C.V. (%)		5,58	12,17

A média geral de viabilidade polínica para *M. pungens* foi de 47%, evidenciando valores mais baixos em comparação a *C. xanthocarpa*. Essa diferença pode estar associada a características intrínsecas das espécies, tais como suas exigências metabólicas e estratégias reprodutivas. Os coeficientes de variação (CV), oscilando de 5,58% a 12,20%, indicaram uma precisão experimental satisfatória, reforçando a confiabilidade dos dados obtidos.

Considerando a diferença estatística para a variação atribuída aos tratamentos na viabilidade polínica da espécie *M. pungens*, aplicaram-se contrastes ortogonais baseados em diferentes graus de polinômios (tabela 2). Os contrastes ortogonais de primeiro e segundo grau foram estatisticamente significativos, indicando que os tratamentos tiveram uma variação sistemática nessas ordens polinomiais. Os contrastes de terceiro e quarto grau, entretanto, não apresentaram significância a 5% pelo teste F, sugerindo que a variação explicada por esses componentes foi insuficiente para ultrapassar o limiar de significância. Esses resultados indicam que, ao considerar uma parcimônia estatística, o polinômio de grau 2 é suficiente para explicar de maneira adequada a variação da concentração de sacarose na resposta à viabilidade polínica.

Tabela 2 – Decomposição da variação atribuída aos tratamentos para viabilidade polínica de *Myrcianthes pungens*, considerando contrastes ortogonais inerentes a distintos graus de polinômios. Legenda: * Significativo a 5% pelo teste F; G.L.: graus de liberdade; S.Q.: soma de quadrados; Q.M.: quadrado médio; P.E.: porcentagem explicada da variação.

Contraste	G.L.	S.Q.	Q.M.	P.E. (%)
Grau 1	1	1259,58	1259,58*	89,24
Grau 2	1	68,32	68,32*	4,84
Grau 3	1	4,74	4,74	0,33
Grau 4	1	9,73	9,73	0,68
Erro	10	69,05	6,90	4,89

Com base na regressão polinomial (figura 1), observa-se que o padrão de resposta em relação à concentração de sacarose ideal para a máxima viabilidade estimada foi de 22,65% na espécie *M. pungens*. Essa concentração, contudo, encontra-se fora do intervalo estudado no presente trabalho, o que sugere a necessidade de investigações adicionais em faixas de concentração mais amplas para confirmar e refinar os resultados obtidos. O modelo ajustado revelou um coeficiente de determinação (R^2) de 94%, indicando um alto nível de precisão e confiabilidade na representação do efeito das diferentes concentrações de sacarose sobre a viabilidade. Esse elevado coeficiente de determinação demonstra que o comportamento observado nos dados foi bem capturado pelo modelo estatístico aplicado, reforçando a adequação do ajuste.

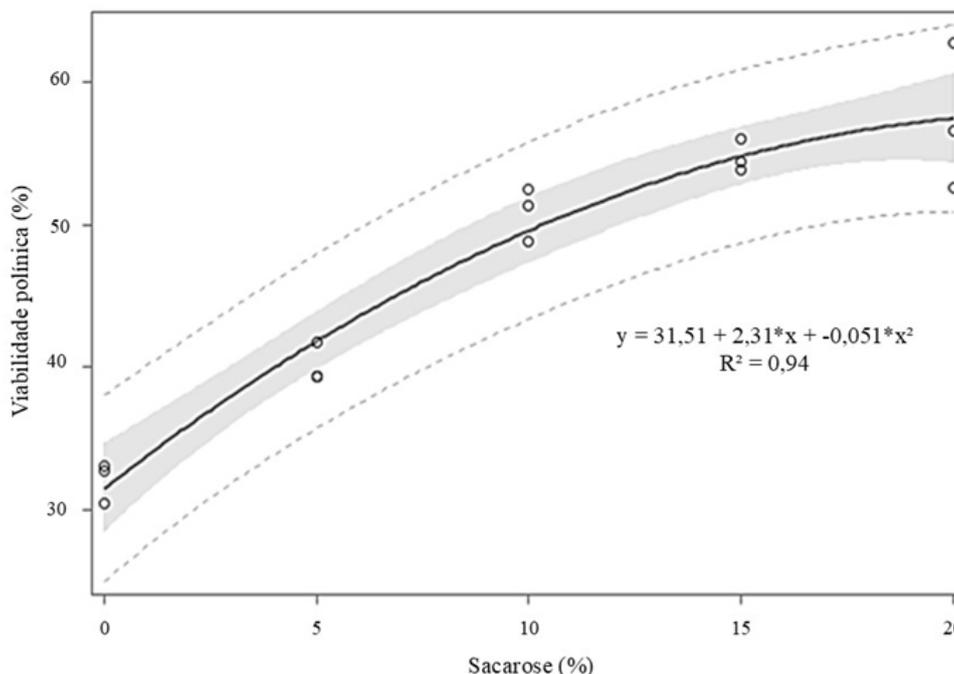


Figura 1 – Efeito das concentrações de sacarose no meio de cultura sobre a viabilidade polínica para *M. pungens*. O asterisco (*) indica significância da estimativa do parâmetro de regressão pelo teste *t*. Fonte: primária.

DISCUSSÃO

Os resultados obtidos no presente estudo evidenciam a influência das concentrações de sacarose na germinação polínica, destacando diferenças importantes entre as espécies *C. xanthocarpa* e *M. pungens*. Tal variação pode estar relacionada a diferenças intrínsecas no metabolismo energético e nas estratégias reprodutivas de cada espécie, as quais refletem adaptações evolutivas a seus respectivos nichos ecológicos (AIZEN & HARDER, 2007). Esses achados reforçam que protocolos padronizados para testes de germinação *in vitro* devem ser adaptados de acordo com as exigências fisiológicas de cada táxon, a fim de evitar sub ou superestimação da viabilidade polínica (DAFNI et al., 2005; DOS SANTOS et al., 2021). Para *M. pungens*, a resposta significativa às concentrações de sacarose sugere que o controle desse parâmetro pode ser uma estratégia relevante para otimizar pesquisas de viabilidade polínica. Resultados semelhantes foram relatados por Guollo (2019), que notou aumento na viabilidade polínica de *M. pungens* com 11% de sacarose e 7% de ácido bórico em estudos no sudoeste do Paraná.

Por outro lado, *C. xanthocarpa* não apresentou resposta significativa às variações na concentração de sacarose. Essa ausência de efeito pode ser atribuída à alta viabilidade polínica intrínseca da espécie, que se manteve em torno de 68% em todas as concentrações testadas. Trabalhos semelhantes com *C. guazumifolia*, conduzidos por Guollo et al. (2021), relataram resultados próximos, com 80% de pólen germinado em meios contendo 12% de sacarose, 10% de ácido bórico e 20% de nitrato de cálcio. Esses achados sugerem que outros componentes do meio de cultura ou fatores ambientais podem ter maior influência na germinação polínica de *C. xanthocarpa*.

Adaptações evolutivas também são capazes de explicar as respostas encontradas. Espécies como *C. xanthocarpa*, que são predominantemente autoincompatíveis, dependem da polinização cruzada mediada por polinizadores, principalmente abelhas de médio e grande porte (ALVES et al., 2010; CORREIA et al., 2024). A capacidade de manter alta viabilidade polínica em concentrações variáveis de sacarose pode ser uma estratégia adaptativa para garantir o sucesso reprodutivo em ambientes com condições variáveis (CAVALCANTE, 2013).

Para *M. pungens*, a maior sensibilidade às concentrações de sacarose sugere uma necessidade mais específica de nutrientes e energia para o processo de germinação polínica. Estudos com outras espécies da família Myrtaceae, como *Myrceugenia euosma* e *Siphoneugena reitzii*, corroboram esses achados, indicando concentrações ideais de 30% e 20% de sacarose, respectivamente, para uma máxima viabilidade polínica (CORRÊA *et al.*, 2024). Essa semelhança entre espécies da mesma família pode indicar uma característica compartilhada em relação às exigências reprodutivas que elas apresentam, em virtude das forças evolutivas.

Os resultados também destacam a importância de adaptar as condições do meio de cultura às exigências específicas de cada espécie. Além da concentração de sacarose, fatores tais como a presença de ácido bórico e de nitrato de cálcio podem influenciar significativamente os resultados. Nesse sentido, o desenvolvimento de protocolos específicos para cada espécie é essencial para maximizar a eficiência dos estudos de viabilidade polínica, a fim de fornecer informações robustas para o uso e a conservação, além do manejo sustentável dessas plantas (RECH *et al.*, 2004).

Do ponto de vista biológico, a resposta diferenciada à sacarose entre as duas espécies pode estar relacionada à composição interna e à morfologia dos grãos de pólen. *M. pungens*, que apresentou maior variabilidade na viabilidade polínica, pode demandar maior aporte energético para compensar características estruturais ou fisiológicas que dificultam a germinação. Em contraste, *C. xanthocarpa*, com viabilidade intrínseca mais alta, parece menos dependente de variações no meio de cultura, o que pode refletir uma estratégia de eficiência energética (TAIZ *et al.*, 2017).

As implicações práticas dos resultados são amplas e os dados obtidos podem ser utilizados para otimizar meios de cultura em estudos reprodutivos e para apoiar programas de conservação e reprodução. Além disso, as informações sobre viabilidade polínica contribuem para a identificação e a escolha de indivíduos mais aptos em programas de melhoramento genético, além de uma maior capacidade reprodutiva para reintrodução de espécies em áreas naturais ou reflorestamento (QUESADA *et al.*, 2011; BREED *et al.*, 2015). Perspectivas futuras incluem a investigação de outros fatores de ambiente e fisiológicos que influenciem a viabilidade polínica, tais como temperatura, pH e adição de outros nutrientes e sais ao meio de cultura.

CONCLUSÃO

As concentrações de sacarose influenciam de forma distinta a viabilidade polínica das duas espécies em estudo. *M. pungens* apresenta diferenças na germinação dos grãos de pólen em função das concentrações de sacarose, enquanto para *C. xanthocarpa* não há influência. As espécies aqui examinadas revelam valores médios próximos ou superiores a 50% de viabilidade polínica. Os resultados também evidenciam a importância de ajustar os protocolos de cultivo de pólen para cada espécie e fornecem subsídios para futuras pesquisas voltadas à conservação e ao manejo sustentável das espécies estudadas.

REFERÊNCIAS

- Aizen, M. A. & Harder, L. D. Expanding the limits of the pollen-limitation concept: effects of pollen quantity and quality. *Ecology*. 2007; 88(2): 271-281.
- Almeida, S. M. Z., de Almeida, L. P., Giacobbo, C. L., Galon, L., Perboni, A. T., Sant'Anna-Santos, B. F., Bermeo, P. & Danner, M. A. *Campomanesia xanthocarpa* (Myrtaceae: Myrtoideae) seedlings reveal morpho-physiological plasticity under shade conditions. *Brazilian Journal of Biology*. 2023; 83: e276695.
- Alves, G. R., Peruchi, A. & Agostini, K. Polinização em área urbana: o estudo de caso de *Jacaranda mimosifolia* D. Don (Bignoniaceae). *Bioikos*. 2010; 24(1): 31-41.
- Araújo, M. R., Callegaro, R. M., Gracioli, C. R. & Freiberg, J. A. Comportamento fenológico das espécies *Jacaranda mimosifolia* D. Don (jacarandá-mimoso) e *Ligustrum lucidum* WT Aiton (ligustro) na arborização urbana. *Nativa*. 2022; 10(1): 74-82.

- Battilani, J. L., Scremin-Dias, E. & Souza, A. L. T. D. Fitossociologia de um trecho da mata ciliar do Rio da Prata, Jardim, MS, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*. 2005; 19: 597-608.
- Biegelmeier, J. & De Marchi, T. C. Flora utilizada na arborização do *campus*. In: Leal-Zanchet, A. M. & Raguse-Quadros, M. (org.). Biodiversidade do *campus* da Unisinos. São Leopoldo: Unisinos; 2019. p. 25-40.
- Breed, M. F., Ottewell, K. M., Gardner, M. G., Marklund, M. H. K., Dormontt, E. E. & Lowe, A. J. Mating patterns and pollinator mobility are critical traits in forest fragmentation genetics. *Heredity*. 2015; 115(2): 108-114.
- Burckhardt, D., Queiroz, D. L., Marsaro Junior, A. L. & Wyniger, D. *Tuthillia myrcianthis* n. sp. (Hemiptera, Psylloidea): a new psyllid species on Guabiju (*Myrcianthes pungens*, Myrtaceae) from Brazil. *Bulletin, Société Entomologique Suisse*. 2012; 85: 209-220.
- Cavalcante, M. C. Abelhas polinizadoras da castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa*) cultivada na Amazônia central: papel do néctar e do entorno do plantio na polinização da cultura. [Tese de Doutorado em Zootecnia]. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará; 2013.
- Corrêa, B. J. S., Sá, A. C. S., Oliveira, L. M., Mantovani, A. & Bortoluzzi, R. L. C. Viability and storage of *Myrceugenia euosma* (O. Berg) D. Legrand and *Siphoneugena reitzii* D. Legrand (Myrtaceae) pollen. *Revista de Ciências Agroveterinárias*. 2024; 23(2): 203-210.
- Dafni, A., Kevan, P. G. & Husband, B.C. *Practical pollination biology*. Cambridge / Ontario: Enviroquest, Ltd.; 2005. 590 p.
- Danner, M. A., Citadin, I., Sasso, S. A. Z., Sachet, M. R. & Ambrósio, R. Fenologia da floração e frutificação de mirtáceas nativas da floresta com araucária. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 2010; 32: 291-295.
- Donadio, L. C., Môro, F. V. & Servidone, A. A. *Frutas brasileiras*. Jaboticabal: Funep; 2002. 288 p.
- Dos Santos, A. C. S., Sousa, V. A., Wendt, S. N. & de Aguiar, A. V. Viabilidade polínica de *Eucalyptus* spp. com corantes específicos. *Scientia Forestalis*. 2021; 49(131): e3588.
- Guollo, K. *Biologia floral e reprodutiva de guabijuzeiro, sete-capoteiro e ubajaizeiro*. [Tese de Doutorado em Agronomia]. Pato Branco: Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2019.
- Guollo, P., Fabris, T. R. & Watanabe, M. A matriz curricular do curso de Ciências Econômicas da Unesc sob a ótica dos objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS). *Anais do Seminário de Ciências Sociais Aplicadas*. 2021; 7(7): 51-75.
- Herzog, N. F. M., de Matos Malavasi, M. & Malavasi, U. C. Morfometria dos frutos e germinação de sementes de *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg. *Semina: Ciências Agrárias*. 2012; 33(4): 1359-1366.
- Kampa, M. B., Homczinski, I., Roque, R.H., Figueiredo Filho, A., Peres, F. S. B. & Tambarussi, E. V. Variabilidade genética em progênies de *Campomanesia xanthocarpa* Mart. ex O. Berg em viveiro. *Scientia Forestalis*. 2020; 48(125): 1-10.
- Kearns, C. A. & Inouye, D. W. *Techniques for pollination biologists*. Niwot: University Press of Colorado; 1993. 583 p.
- Laurance, W. F. Hyperdynamism in fragmented habitats. *Journal of Vegetation Science*. 2002; 13(4): 595-602.
- Lorenzi, H. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. 5. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum; 2002.
- Mattos, J. R. *Myrtaceae do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Ceue; 1989. 721 p.
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Fonseca, G. A. B. & Kent, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*. 2000; 403(6772): 853-858.

Nogueira, P. V., da Silva, D. F., Pio, R., Silva, P. A. O., Bisi, R. B. & Balbi, R. V. Germinação de pólen e aplicação de ácido bórico em botões florais de nespereiras. *Bragantia*. 2015; 74(1): 9-15.

Quesada, M., Rosas, Aguilar, R. & Ashworth, L. Human impacts on pollination, reproduction, and breeding systems in tropical forest plants. *Seasonally dry tropical forests: Ecology and Conservation*. 2011; 173-194.

Rech, A. R., Agostini, K., Oliveira, P. E. & Machado, I. C. (org.). *Biologia da polinização*. Rio de Janeiro: Editora Projeto Cultural; 2014. 524 p.

Ribeiro, M. C., Metzger, J. P., Martensen, A. C., Ponzoni, F. J. & Hirota, M. M. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation*. 2009; 142(6): 1141-1153.

Silva, A. M. P., Araújo, G. V., Mota, L. T., Silva, R. A. D. & Martins, M. V. Plantas alimentícias não convencionais: benefícios agroecológicos, nutricionais e formas de utilização na alimentação. In: Melo, J. O. F. *Ciências agrárias: o avanço da ciência no Brasil*. Guarujá: Científica; 2021. v. 2. p. 175-192.

Souza, V. C. & Lorenzi, H. *Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II*. 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum; 2008. 639 p.

Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. A. & Murph, A. *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. Porto Alegre: Artmed Editora; 2017. 858 p.

Veit, P. A. Monitoring the phenology of *Myrcianthes pungens* (O. Berg) D. Legrand in the state of Rio Grande do Sul-Brazil. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 2019; 41(3): e-164.