



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ALTAMIRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E
CONSERVAÇÃO.**

CLEBER DA SILVA RIBEIRO

**ENXERTIA E INDUÇÃO DA FLORAÇÃO COM PACLOBUTRAZOL EM
GOLOSA (*Chrysopyllum sanguinolentum* (PIERRE) BAEHNNI)**

ALTAMIRA

2025



CLEBER DA SILVA RIBEIRO

ENXERTIA E INDUÇÃO DA FLORAÇÃO COM PACLOBUTRAZOL EM GOLOSA
(*Chrysopyllum sanguinolentum* (PIERRE) BAEHNNI)

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Pará, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação para obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Conservação.

Orientador: Prof. Dr. Fabio Miranda Leão

ALTAMIRA

2025

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

R484e Ribeiro, Cleber da Silva.
ENXERTIA E INDUÇÃO DA FLORAÇÃO COM
PACLOBUTRAZOL EM GOLOSA (*Chrysopyllum*
sanguinolentum (PIERRE) BAEHNNI) / Cleber da Silva Ribeiro. —
2025.
34 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Fabio Miranda Leão
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará,
Campus Universitário de Altamira, Programa de Pós-Graduação
em Biodiversidade e Conservação, Altamira, 2025.

1. Propagação vegetativa. 2. Conservação. 3.
Fitorregulador. 4. Restauração Florestal. 5. Xingu. I. Título.

CDD 577.309811

**ENXERTIA E INDUÇÃO DA FLORAÇÃO COM PACLOBUTRAZOL EM
GOLOSA (*Chrysopyllum sanguinolentum* (PIERRE) BAEHNNI)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Pará, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação para obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Conservação.

Data da aprovação: 24/02/2025

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Alisson Rodrigo Souza Reis

Examinador interno – Universidade Federal do Pará

Prof. Dr. Glêison Augusto dos Santos

Examinador externo – Universidade Federal de Viçosa

Prof. Dr. Miguel Alves Júnior

Examinador externo – Universidade Federal do Pará

Dra. Juliana Livian Lima de Abreu

Examinadora externa – Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por me guiar e fortalecer ao longo dessa jornada;

À Universidade Federal do Pará pela oportunidade;

Ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação – PPGBC;

A Norte Energia pelo financiamento do projeto PD-07427- 0622/2022, através do Programa de PDI ANEEL;

Ao meu orientador, professor Dr. Fabio Miranda Leão, por sua valiosa orientação e dedicação ao longo deste trabalho;

Aos professores Dr. Emil José Hernández Ruz, Dr. Graciliano Galdino Alves e Dr. Jaime Barros dos Santos Junior por todo o auxílio e contribuições durante o desenvolvimento desta dissertação;

Aos parceiros da Universidade Federal de Viçosa – UFV e Instituto de Desenvolvimento Florestal e da Biodiversidade do Estado do Pará - Ideflor-Bio;

À minha família, que sempre esteve ao meu lado, especialmente à minha mãe, Ana, por seu amor incondicional; à minha irmã, Cristiane; ao meu irmão, Sérgio; e ao meu cunhado, Warllison, pelo apoio constante e incentivo;

E, por fim, aos meus amigos Kerciane, Gustavo e Ayla, pela amizade, suporte e companheirismo.

“Nem todos os que vagueiam estão perdidos.”

- J.R.R. Tolkien

RESUMO GERAL

Acelerar a floração e frutificação de espécies em áreas degradadas pode tornar a restauração florestal mais eficiente. A enxertia combinada com fitoreguladores tem o potencial de acelerar esse processo. Este estudo avaliou a eficácia da enxertia e de diferentes técnicas de proteção do enxerto na taxa de pegamento de mudas de Golosa (*Chrysophyllum sanguinolentum*) e o impacto do paclobutrazol em mudas enxertadas e não enxertadas sob diferentes condições de sombreamento. O experimento foi conduzido na Universidade Federal do Pará em duas fases. Na primeira, realizada entre agosto e setembro de 2023, foram enxertadas 160 mudas, distribuídas em quatro tratamentos de proteção do enxerto: parafilm (T1), parafilm com saco de papel kraft (T2), saco plástico (T3) e saco plástico com saco de papel kraft (T4). O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizados, e as mudas foram mantidas em casa de vegetação. A brotação foi avaliada aos 20, 27, 34, 41, 48 e 56 dias após a enxertia. Como os pressupostos de normalidade e homogeneidade não foram atendidos, utilizou-se o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$). Na segunda fase, entre junho e dezembro de 2024, avaliaram-se diâmetro do coleto, altura, número de folhas e índice de clorofila, considerando os fatores enxertia, sombreamento e aplicação de paclobutrazol. O delineamento foi inteiramente casualizado, com 56 mudas divididas entre enxertadas (28) e não enxertadas (28), submetidas a dois níveis de sombreamento (pleno sol e 50% de sombra) e dois tratamentos com paclobutrazol: aplicação de 2 ml diluídos em 250 ml de água e controle sem aplicação. As mensurações ocorreram aos 0, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias após a aplicação do PBZ. Para análise, utilizou-se o software R Studio, empregando Modelos Lineares Generalizados (GLM). Os resultados mostraram diferenças significativas entre os tratamentos de proteção. O T2 (parafilm com saco de papel kraft) obteve a maior taxa de pegamento (27,5%), seguido por T4 (12,5%), enquanto T1 apresentou 10% e T3 não brotou. Em relação ao sombreamento, plantas sob 50% de sombra tiveram maior crescimento em diâmetro (2,36%), número de folhas (53) e índice de clorofila (34,2 g). O crescimento em altura foi maior sob sombra, mas sem significância estatística. Plantas não enxertadas apresentaram maior número de folhas (64), enquanto as enxertadas tiveram o maior índice de clorofila (30,7 g). O PBZ reduziu o número médio de folhas (42) e o crescimento em diâmetro (1,99%), mas não afetou significativamente a altura e o índice de clorofila. Conclui-se que a enxertia é eficaz para *C. sanguinolentum*, e a proteção com parafilm e saco de papel kraft aumenta a taxa de pegamento. Além disso, a enxertia pode acelerar a floração e frutificação, mas essa hipótese requer monitoramento a longo prazo. O PBZ mostrou-se fitotóxico, reduzindo o crescimento e causando perda total de folhas.

Palavra-Chave: Propagação vegetativa, Conservação, Fitorregulador, Restauração Florestal, Xingu.

ABSTRACT

Accelerating the flowering and fruiting of species in degraded areas can make forest restoration more efficient. Grafting combined with plant growth regulators has the potential to enhance this process. This study evaluated the effectiveness of grafting and different graft protection techniques on the grafting success rate of Golosa seedlings (*Chrysophyllum sanguinolentum*) and the impact of paclobutrazol on grafted and non-grafted seedlings under different shading conditions. The experiment was conducted at the Federal University of Pará in two phases. The first phase, carried out between August and September 2023, involved grafting 160 seedlings distributed across four graft protection treatments: parafilm (T1), parafilm with kraft paper bag (T2), plastic bag (T3), and plastic bag with kraft paper bag (T4). A completely randomized block design was used, and the seedlings were kept in a greenhouse. Budding was evaluated at 20, 27, 34, 41, 48, and 56 days after grafting. Since normality and homogeneity assumptions were not met, the non-parametric Kruskal-Wallis test ($p < 0.05$) was applied. The second phase, conducted between June and December 2024, evaluated stem diameter, height, number of leaves, and chlorophyll index, considering grafting, shading, and paclobutrazol application as factors. A completely randomized design was used, with 56 seedlings divided into grafted (28) and non-grafted (28) groups, subjected to two shading levels (full sun and 50% shade) and two paclobutrazol treatments: application of 2 ml diluted in 250 ml of water and a control without application. Measurements were taken at 0, 30, 60, 90, 120, 150, and 180 days after PBZ application. Data analysis was performed using R Studio software, applying Generalized Linear Models (GLM). The results showed significant differences between graft protection treatments. T2 (parafilm with kraft paper bag) had the highest grafting success rate (27.5%), followed by T4 (12.5%), while T1 had 10%, and T3 showed no budding. Regarding shading, plants under 50% shade exhibited greater stem diameter growth (2.36%), a higher number of leaves (53), and a higher chlorophyll index (34.2 g). Height growth was also greater under shade but was not statistically significant. Non-grafted plants had a higher number of leaves (64), while grafted plants had the highest chlorophyll index (30.7 g). PBZ reduced the average number of leaves (42) and stem diameter growth (1.99%) but did not significantly affect height or the chlorophyll index. It is concluded that grafting is an effective asexual reproduction technique for *C. sanguinolentum*, and graft protection with parafilm and a kraft paper bag improves grafting success. Additionally, grafting may accelerate flowering and fruiting, but this hypothesis requires long-term monitoring. PBZ proved to be phytotoxic, reducing growth and causing total leaf loss.

Keywords: Vegetative propagation, Conservation, Plant growth regulator, Forest restoration, Xingu.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	10
Enxertia e indução da floração com paclobutrazol em Golosa (<i>Chrysopyllum sanguinolentum</i> (Pierre) Baehni)	15
Resumo	15
Introdução	15
Material e métodos	17
Resultados	22
Enxertia e técnicas de proteção de enxerto em plântulas de Golosa	22
Efeito da enxertia, sombreamento e aplicação hormonal de Paclobutrazol sobre crescimento em diâmetro, altura, número de folhas e clorofila em plântulas de Golosa	23
Discussão	27
Enxertia e técnicas de proteção de enxerto em plântulas de golosa	27
Efeito da enxertia, sombreamento e aplicação hormonal de Paclobutrazol sobre crescimento em diâmetro, altura, número de folhas e clorofila em plântulas de Golosa	28
Conclusão	31
Referências	31

1 INTRODUÇÃO GERAL

A Floresta Amazônica, desempenha um papel crucial na manutenção dos ecossistemas globais e no equilíbrio climático do planeta (LAURANCE et al., 2018). No entanto, essa região tem sofrido intensa pressão humana, principalmente devido à expansão agrícola e ao desenvolvimento econômico, fatores que impulsionaram o desmatamento de forma significativa nas últimas décadas (MESSIAS et al., 2021). Atualmente o modelo de desenvolvimento econômico está focado em atender à crescente demanda por energia elétrica especialmente por meio da construção de hidrelétricas, que desempenham um papel crucial na matriz energética do Brasil (PENHA; BARROS, 2021).

Para a implantação desses empreendimentos, o consórcio deve apresentar alternativas, que assegurem a restauração florestal das áreas impactadas, com foco, principalmente na produção em larga escala de sementes e mudas (MARGUTTI et al., 2021). É imprescindível desenvolver novas tecnologias para suprir essa demanda.

Nesse contexto, é fundamental direcionar esforços para garantir o rápido desenvolvimento vegetativo e reprodutivo das espécies introduzidas durante o processo de restauração. A presença de floração e frutificação em áreas de restauração, desempenham um papel crucial, pois atraí polinizadores e dispersores de sementes, promovendo conectividade entre fragmentos florestais, aumentando as interações ecológicas e contribuindo para o incremento da biodiversidade (ALBUQUERQUE et al., 2013).

Uma das estratégias eficaz para acelerar o crescimento de mudas e antecipar a produção de flores e frutos em espécies florestais é a propagação vegetativa através da técnica de enxertia. Além disso, essa técnica permite preservar e recuperar o material genético de espécies vegetais ameaçadas de extinção ou de interesse para a conservação (MENDES et al., 2020).

Dentre as técnicas de enxertia, a garfagem em fenda cheia é a mais utilizada, e envolve a inserção de um garfo obtido de um ramo maduro de uma planta, em forma de cunha, e posteriormente inserido na fenda cheia feita na base do caule do porta-enxerto (SOUZA, 1999). Para potencializar ainda mais a floração, a enxertia pode ser combinada com a aplicação de hormônios vegetais. Estudos sobre hormônios vegetais destacam a influência direta das giberelinas (GA) na floração, interferindo diretamente

no surgimento de novas gemas. O uso de fitorreguladores pode reduzir a síntese de GA, estimulando, assim, a ocorrência da floração (DIAS, 2019).

Um desses fitorreguladores é o Paclobutrazol (PBZ), pertencente ao grupo dos Triazóis, foi desenvolvido como um regulador de crescimento vegetal, com atividade fungicida, registrado com nomes comerciais como Bonzi, Clipper, Cultar e Parsley (DESTA; AMARE, 2021). A aplicação de PBZ suprime a biossíntese de GA e aumenta o nível de clorofila e ácido abscísico (ABA) nas folhas, sendo um dos principais papéis do ABA é causar o fechamento da abertura estomática e diminuir a perda de água das folhas através da transpiração (SOUMYA; KUMAR; PAL, 2017).

Portanto, a aplicação de PBZ pode aumentar a tolerância das mudas ao estresse hídrico. Quando combinado com a enxertia, a supressão de GA promovida pelo PBZ induz o florescimento precoce das plantas. Nos últimos anos, diversos estudos sobre enxertia têm sido conduzidos, incluindo sua combinação com o uso de PBZ. No entanto, quando se trata de espécies florestais amazônicas, essa abordagem ainda é considerada inovadora. Por exemplo, espécies como *Euplassa semicostata* apresentaram floração apenas cinco meses após a aplicação do PBZ (CAIAFA et al., 2022), enquanto a *Jacaranda mimosifolia* D. Don e *Schinus terebinthifolius* Raddi floresceram após 50 dias (MENDES et al., 2020).

Nesse contexto, será estudada a espécie golosa (*Chrysophyllum sanguinolentum* (Pierre) Baehni), nativa do bioma amazônico. Para acelerar sua floração e frutificação, será empregada a técnica de enxertia, seguida da aplicação de PBZ, como uma estratégia para explorar seu potencial reprodutivo. Com o objetivo de promover a restauração florestal, a escolha das espécies desempenha um papel crucial. Entre os critérios para essa seleção, é essencial considerar aspectos socioeconômicos, como a escolha de espécies que atendam a objetivos sociais, econômicos e ecológicos. Além disso, fatores ecológicos, como a utilização de espécies nativas e a inclusão de espécies frutíferas, também devem ser priorizados (WILSON et al., 2021).

A espécie *C. sanguinolentum* (Pierre) Baehni possui 3 subespécies, sendo a *C. sanguinolentum* subsp. *balata* (Ducke) T.D. Penn. diferenciando por apresentar suas folhas com face abaxial pilosa, ao contrário das demais que apresentam folhas com face abaxial glabra, além de que a *C. sanguinolentum* (Pierre) Baehni subsp. *Sanguinolentum* apresenta pecíolo de até 2 cm e já a *C. sanguinolentum* subsp. *spurium* (Ducke) T.D. Penn apresenta pecíolo entre 2 a 4 cm (PENNINGTON, 2006). De modo geral, no Brasil a espécie ocorre nos estados do Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará,

Rondônia e Roraima, além de não ser endêmica do Brasil, e presentes em floresta de igapó, floresta de terra firme e floresta de várzea (REFLORA, 2024).

A golosa, frutífera utilizada na produção de polpas e sucos, passou a ser a escolha preferencial de pequenos agricultores para ser utilizada em implantação de sistemas agroflorestais, atrás somente do açaí, no município de São Félix do Xingu, Pará (GOMES et al., 2015). Pouco conhecida nas demais regiões do Estado, a espécie vem se tornando protagonista em estudos, devido a sua utilização alimentar de comunidades tradicionais.

2 OBJETIVO GERAL

Avaliar a eficácia da enxertia submetida a diferentes técnicas de proteção do enxerto, comparando a taxa de pegamento em mudas de Golosa (*Chrysophyllum sanguinolentum* (Pierre) Baehni). Adicionalmente, examinar o impacto da enxertia, do paclobutrazol e do sombreamento sobre as variáveis morfológicas e fisiológicas da planta.

3 REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, L. B. et al. ESPECIES DE MELASTOMATACEAE JUSS. CON POTENCIAL PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE LA VEGETACIÓN RIPARIA DEL CERRADO/SAVANA. 2013.

CAIAFA, K. F. et al. INDUÇÃO DE FLORESCIMENTO E FRUTIFICAÇÃO EM CAMPO DE *Euplassa semicostata* PLANA. Boletim Técnico sif, v. 02, n. 02, p. 1–8, 27 fev. 2022.

Chrysophyllum in FLORA E FUNGA DO BRASIL. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB24776>>. Acesso em: 05 jan. 2024.

DESTA, B.; AMARE, G. PACLOBUTRAZOL AS A PLANT GROWTH REGULATOR. Chemical and Biological Technologies in Agriculture, v. 8, n. 1, p. 1, dez. 2021.

DIAS, J. P. T. USOS E APLICAÇÕES DE REGULADORES VEGETAIS. [s.l.] Editora da Universidade de Minas Gerais - EDUEMG, 2019.

GOMES, C. et al. COCOA AGROFORESTRY SYSTEM AS AN ALTERNATIVE FOR DEGRADED PASTURELAND RESTORATION, FOOD SECURITY AND LIVELIHOODS DEVELOPMENT AMONG SMALLHOLDERS IN A BRAZILIAN AMAZON AGRICULTURAL FRONTIER. ENHANCING FOOD SECURITY

THROUGH FOREST LANDSCAPE RESTORATION: LESSONS FROM BURKINA FASO, BRAZIL, GUATEMALA, VIET NAM, GHANA, ETHIOPIA AND PHILIPPINES. GLAND, SWITZERLAND: IUCN, p. 42-69, 2015.

LAURANCE, W. F. et al. AN AMAZONIAN RAINFOREST AND ITS FRAGMENTS AS A LABORATORY OF GLOBAL CHANGE. *Biological Reviews*, v. 93, n. 1, p. 223–247, fev. 2018.

MARGUTTI, A.; ISLA, C.; CARDOSO, W. S. ANÁLISE DA ESTRUTURA FORMAL DOS PROGRAMAS DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS DE SEIS USINAS HIDRELÉTRICAS NA AMAZÔNIA BRASILEIRA SOB A ÓTICA DA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 5, p. 52448-52457, 2021.

MENDES, G. G. C. et al. FLOWERING ACCELERATION IN NATIVE BRAZILIAN TREE SPECIES FOR GENETIC CONSERVATION AND BREEDING. *Annals of Forest Research*, v. 0, n. 0, 16 mar. 2020.

MESSIAS, C. G. et al. ANÁLISE DAS TAXAS DE DESMATAMENTO E SEUS FATORES ASSOCIADOS NA AMAZÔNIA LEGAL BRASILEIRA NAS ÚLTIMAS TRÊS DÉCADAS. *Raega - O Espaço Geográfico em Análise*, v. 52, p. 18, 2 set. 2021.

PENHA, L. R. D.; BARROS, L. L. G. D. ENERGIA E A INDÚSTRIA DA CELULOSE NA AMAZÔNIA: O TERRITÓRIO DAS LOCALIDADES CENTRAIS AO ENTORNO DA USINA HIDRELÉTRICA DE ESTREITO NO MARANHÃO / ENERGY AND THE CELLULOSE INDUSTRY IN THE AMAZON: THE TERRITORY OF CENTRAL LOCATIONS AROUND THE ESTREITO HYDROELECTRIC PLANT IN MARANHÃO. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 3, p. 23927–23943, 2021.

PENNINGTON, T. D. FLORA DA RESERVA DUCKE, AMAZONAS, BRASIL: SAPOTACEAE. *Rodriguésia*, v. 57, n. 2, p. 251–366, maio 2006.

SOUMYA, P. R.; KUMAR, P.; PAL, M. Paclobutrazol: a novel plant growth regulator and multi-stress ameliorant. *Indian Journal of Plant Physiology*, v. 22, n. 3, p. 267–278, set. 2017.

SOUZA, F. X.; INNECCO, R.; ARAÚJO, CAT. MÉTODOS DE ENXERTIA RECOMENDADOS PARA A PRODUÇÃO DE MUDAS DE CAJAZEIRA E DE OUTRAS FRUTEIRAS DO GÊNERO SPONDIAS. 1999.

WILSON, S. J. et al. MANUAL DE RESTAURAÇÃO POR NUCLEAÇÃO APLICADA PARA FLORESTAS TROPICAIS, Conservação Internacional, Agência internacional, março de 2021.

Este capítulo está formatado nas normas da revista Revista Brasileira de Ciências Agrárias, disponível em: [Submissões | Revista Brasileira de Ciências Agrárias \(agraria.pro.br\)](http://agraria.pro.br)

ENXERTIA E INDUÇÃO DA FLORAÇÃO COM PACLOBUTRAZOL EM GOLOSA
(*Chrysopyllum sanguinolentum* (PIERRE) BAEHNNI)

Enxertia e indução da floração com paclobutrazol em Golosa (*Chrysopyllum sanguinolentum* (Pierre) Baehni)

Resumo

A aceleração da floração e frutificação das espécies em áreas degradadas pode ser otimizada por meio da enxertia e do uso de fitoreguladores. Desta forma este estudo avaliou a eficácia da enxertia e diferentes técnicas de proteção do enxerto, comparando a taxa de pegamento em mudas de Golosa (*Chrysophyllum sanguinolentum*) e o impacto de enxertia, paclobutrazol e sombreamento nas variáveis morfológicas e fisiológicas. O experimento foi conduzido em duas fases na Universidade Federal do Pará. Na primeira fase, foram enxertadas 160 mudas com quatro tratamentos de proteção do enxerto: parafilm, parafilm com saco de papel kraft, saco plástico e saco plástico com saco de papel kraft. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, e a brotação foi avaliada em vários períodos após a enxertia. Na segunda fase, foram avaliadas 56 mudas sob fatores de enxertia, sombreamento e paclobutrazol. Medidas foram feitas para diâmetro, altura, número de folhas e clorofila. A análise mostrou que o parafilm com saco de papel kraft foi o mais eficaz para a taxa de pegamento. Quanto ao sombreamento, plantas sob 50% de sombra exibiram maior crescimento em diâmetro (2,36%), maior número de folhas (53) e maior índice de clorofila (34,2g). Plantas não enxertadas apresentaram maior número de folhas (64), enquanto plantas enxertadas tiveram o maior índice de clorofila (30,7g). Por sua vez, o paclobutrazol reduziu o número médio de folhas (42) e o crescimento em diâmetro (1,99%).

Palavras-chave: Biodiversidade, Propagação vegetativa, Fitorregulador, Restauração Florestal, Xingu.

Introdução

Na restauração de áreas degradadas desempenha um papel crucial ao atrair animais frugívoros, o que traz benefícios significativos para o processo de recuperação. Esses animais, ao se alimentarem, transportam sementes de outras espécies nativas, contribuindo para o aumento da diversidade biológica no ambiente (Silva et al., 2020). Assim, a ofertas de mudas com desenvolvimento acelerado, floração e frutificação precoces, assegura uma disponibilização rápida de frutos atrativos para a fauna, potencializando ainda mais os esforços de restauração.

A enxertia é uma forma de propagação vegetativa que visa encurtar o período juvenil das árvores e conseqüentemente acelerar a produção de flor e frutos (Almeida, 2020). Além disso, essa prática permite a preservação e recuperação do material genético de

espécies vegetais ameaçadas, em risco de extinção ou de interesse para a conservação (Mendes et al., 2020).

A enxertia por garfagem consiste em unir um ramo, conhecido como garfo ou enxerto, a um cavalo ou porta-enxerto. Dentre as diversas técnicas de garfagem, a de fenda cheia se destaca por ser considerada a mais simples. Essa técnica envolve a união entre enxerto e porta-enxerto com uma fenda e uma cunha. É importante ressaltar que o processo de enxertia deve ser realizado o mais rapidamente possível, pois fatores externos, como o ar e temperatura, podem afetar a taxa de brotação à medida que o material fica exposto (De Souza, 1999; Franzon, 2010).

Muitas técnicas de proteção do enxerto têm sido desenvolvidas ao longo do tempo para aumentar a taxa de pegamento em várias espécies. Entre essas técnicas, destacam-se o uso de fita de polietileno e saco plástico em *Myrciaria dubia* (Ferreira, 1997; Moreira filho, 2009), bem como a combinação de saco de polietileno transparente, saco de polietileno, saco de papel e saco de papel alumínio em *Anacardium occidentale* (Cardoso et al., 2010). Em *Ilex paraguariensis*, foi utilizada a combinação de saco plástico com saco de papel kraft (Wendling, 2009), enquanto em *Bertholletia excelsa*, o uso de saco plástico também se mostrou eficaz (Do nascimento, 2023).

Uma técnica que tem sido frequentemente mencionada na literatura atual é o uso do Parafilm M® em conjunto com fita adesiva em *Eucalyptus* sp. (Castro et al., 2022). Essa abordagem também foi aplicada em outras espécies, como *Jacaranda mimosifolia*, *Handroanthus heptaphyllus*, *Swietenia macrophylla*, *Schinus terebinthifolius*, *Cariniana legalis*, *Poincianella pluviosa* e *Hymenaea courbaril* (Mendes et al., 2021).

Para acelerar ainda mais a floração, é possível combinar a enxertia com a aplicações de hormônios vegetais. Estudos sobre hormônios vegetais destacam a influência direta das giberelinas-GA na floração, interferindo diretamente no surgimento de gemas, atuando como inibidores da floração. O uso de fitorreguladores pode conter a síntese de GA, estimulando, assim, a ocorrência da floração (Dias, 2019).

Um desses fitorreguladores é o Paclobutrazol-PBZ, pertencente ao grupo dos Triazóis, foi desenvolvido como um regulador de crescimento vegetal, com atividade fungicida. É comercializado sob nomes como, Bonzi, Clipper, Cultar e Parsley (Desta & Amare, 2021).

A aplicação de PBZ suprime a biossíntese de GA e aumenta o nível de clorofila e ácido abscísico (ABA) nas folhas. Um dos principais papéis do ABA é causar o fechamento

da abertura estomática e diminuir a perda de água das folhas por meio da transpiração (Soumya et al., 2017). Portanto a aplicação de PBZ pode aumentar a tolerância das mudas de plantas ao estresse hídrico, e em combinação com a enxertia inibindo a GA, pode induzir o florescimento precoce de mudas.

A Golosa, frutífera utilizada na produção de polpas e sucos, passou a ser a escolha preferencial de pequenos agricultores para ser utilizada em implantação de sistemas agroflorestais, atrás somente do açaí, no município de São Félix do Xingu, Pará (Gomes et al., 2015). Na região da Volta Grande do Xingu, a flor de golosa é consumida por peixes e seu fruto é alimento para animais como tracaí, anta e paca, além de ser utilizado como alimento pelos povos tradicionais da área, tendo sua floração nos meses de novembro e dezembro e frutificação nos meses de abril e maio, com uma produção mais abundante a cada dois anos (Sartorelli, 2018).

A enxertia é uma estratégia importante para a domesticação, melhoramento e a conservação da Golosa, visto que existe poucas informações na literatura sobre a reprodução assexuada. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficácia da enxertia e diferentes técnicas de proteção do enxerto, comparando a taxa de pegamento em mudas de Golosa (*Chrysophyllum sanguinolentum* (Pierre) Baehni) e o impacto de enxertia, do fitoregulador paclobutrazol e sombreamento nas variáveis morfológicas altura, diâmetro e número de folhas e na variável fisiológica índice de clorofila total.

Material e métodos

O experimento foi dividido em duas etapas, ambas realizadas na Universidade Federal do Pará, Campus Universitário de Altamira-PA (-03°12'45'' S -52°12'47'' W). Na classificação de Köppen, o clima da região é o Aw, Clima tropical de monção com médias anuais de precipitação de 2200 a 2500mm e temperatura maior que 26°C (Alvarez, 2013).

Na primeira etapa, realizada entre agosto e outubro de 2023, o experimento foi conduzido em uma casa de vegetação coberta com filme agrícola de 150 µm, associada a uma tela de sombreamento de 50%. As mudas utilizadas como porta-enxertos foram cedidas pelo Centro de Estudos Ambientais (CEA) por meio da empresa Norte Energia.

Após o recebimento, as plântulas foram transplantadas para sacos plásticos de polietileno (25x35 cm) contendo um substrato composto por: 96 kg de fibra de coco, 12 kg de solo de barranco, 1,5 kg de Yoorin (fertilizante fosfatado), 1 kg de pó de osso, 2 kg de NPK

(4-14-8), 1,5 kg de torta de mamona, 60 kg de torta de cacau (2 sacos), 1,5 kg de fertilizante Osmocote (14-14-14), 3 kg de calcário, 15 kg de serragem e 90 L de água.

Foram selecionadas duas matrizes para a coleta de propágulos, ambas localizadas no trecho de vazão reduzida no município de Senador José Porfírio (Figura 01). A seleção das matrizes seguiu critérios estabelecidos na literatura, considerando a escolha criteriosa das plantas das quais os ramos seriam coletados para enxertia. Isso se deve ao fato de que características indesejáveis, como baixa produtividade, frutos pequenos ou suscetibilidade a pragas, podem ser transmitidas às mudas enxertadas (Franzon, 2010).

A coleta do material foi realizada por meio de escalada na matriz, com a remoção de ramos da copa. Após a coleta, os ramos foram acondicionados em papel toalha úmido, envoltos em papel alumínio e armazenados em uma caixa térmica contendo bolsas de gelo para preservação.

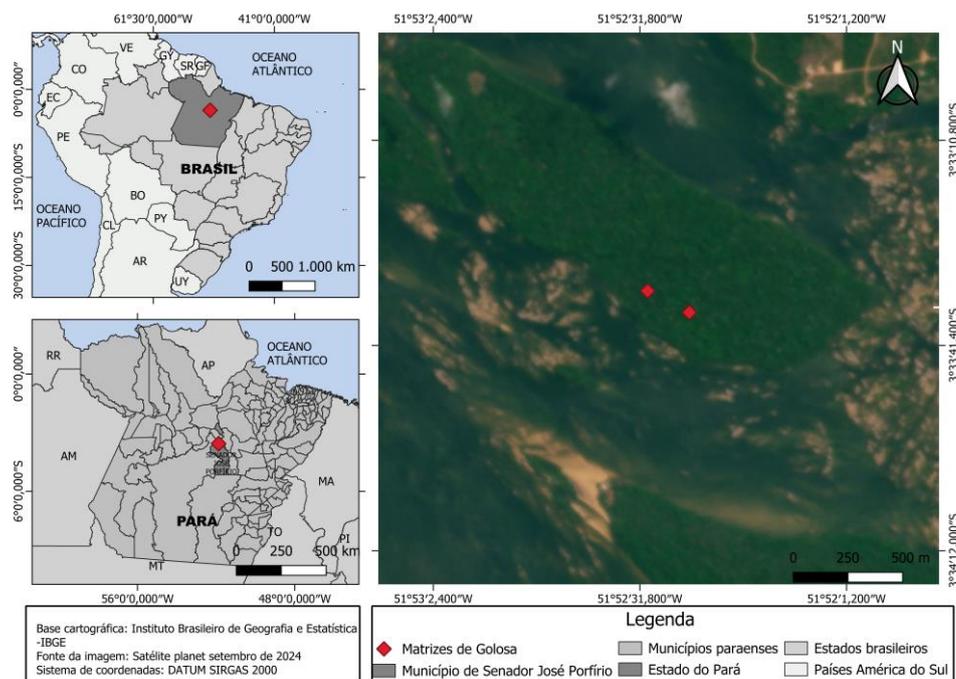


Figura 01. Mapa de localização das matrizes de *C. sanguinolentum* utilizadas como enxerto.

Foram enxertadas 160 mudas de *C. sanguinolentum* utilizando a técnica de garfagem de topo em fenda cheia (Figura 02).



Figura 02. Enxertia com a técnica garfagem de topo em fenda cheia.

As mudas foram distribuídas em quatro tratamentos de proteção do enxerto, com 40 mudas por tratamento. O experimento foi conduzido em um delineamento em blocos casualizados, composto por cinco blocos, cada um contendo quatro linhas e cinco repetições, totalizando oito mudas por repetição.

Foram avaliadas quatro técnicas de proteção do enxerto:

- **T1** – Parafilm envolto no enxerto (Figura 03A);
- **T2** – Parafilm envolto no enxerto, coberto por um saco de papel kraft (Figura 03B);
- **T3** – Saco plástico amarrado abaixo da junção do enxerto (Figura 03C);
- **T4** – Saco plástico abaixo da junção do enxerto, com um saco de papel kraft sobreposto (Figura 03D).



Figura 03. (A) Enxerto com parafilm. (B) Enxerto com parafilm e saco de papel. (C) Enxerto com saco plástico. (D) Enxerto com saco plástico e saco de papel.

A avaliação das brotações teve início 20 dias após a enxertia, com o surgimento das primeiras brotações, e foi realizada semanalmente ao longo de 48 dias. Durante esse período, foi registrada a presença ou ausência de brotação nos enxertos. Nos casos em que houve brotação, procedeu-se à remoção dos sacos plásticos, do papel e dos ramos que brotaram abaixo do local do enxerto.

A taxa de brotação por tratamento foi calculada utilizando a seguinte fórmula:

$$TBT = \frac{NEB}{NPE}$$

Onde:

TBT = Taxa de brotação por tratamento;

NEB = Número de enxertos brotados;

NPE = Número planta enxertadas por tratamento.

Durante a condução do experimento, foram mensuradas as variáveis ambientais três vezes por semana, no período das 14h às 15h. A luminosidade foi medida com um luxímetro digital (Lux Meter, MT-30), enquanto a temperatura e a umidade foram registradas por meio de um termo-higrômetro digital (Incoterm, T-THI).

Para análise estatística foram realizados o teste de normalidade de Shapiro-Willk e o teste de homogeneidade de Bartlett, em seguida foi verificado que os pressupostos não puderam ser assumidos. Desta forma para testar o efeito da proteção do enxerto sobre a taxa de pegamento, foi realizado o teste estatístico não paramétrico de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$). As diferenças quando significativas foram submetidas ao teste post-hoc (Dunn), com ajuste no valor de p pelo método de Bonferroni. As análises estatísticas foram realizadas na linguagem R 4.4.2 (R Foundation for Statistical Computing, Viena, AT).

Na segunda etapa, realizada entre junho e setembro de 2024, foram utilizadas 56 mudas, divididas em duas casas de vegetação. A primeira foi coberta apenas com filme agrícola de 150 μm , enquanto a segunda contou com filme agrícola de 150 μm associado a uma tela de sombreamento de 50%.

Das 56 mudas, 28 eram enxertadas com sucesso, enquanto as outras 28 não haviam sido enxertadas. Além dos fatores de sombreamento e enxertia, as mudas receberam aplicação do fitoregulador Paclobutrazol (PBZ). Metade das mudas enxertadas e não enxertadas foram tratadas com PBZ, que foi aplicado diretamente no substrato na proporção de 2 mL do produto comercial *Cultar 250* diluído em 250 mL de água (Mendes et al., 2021).

O experimento foi conduzido em um Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), com sete mudas para cada fator avaliado (sombreamento, enxertia e aplicação de paclobutrazol). Cada muda foi considerada uma repetição, totalizando sete repetições para cada tratamento.

Todas as mudas receberam a aplicação foliar de nutrientes de forma igualitária, contendo: Nitrogênio (5%), Fósforo (8%), Potássio (5%), Cálcio (1%), Magnésio (1%), Boro (0,3%), Cobre (0,3%), Manganês (0,5%) e Zinco (1%).

Foram mensurados os parâmetros morfométricos de altura da planta (cm), diâmetro do caule (mm) e número de folhas, além do parâmetro fisiológico de teor de clorofila total. As medições de altura e diâmetro foram realizadas por meio de régua graduada e paquímetro universal de aço inox (150 mm/6", $\pm 0,05$ mm de precisão). O teor de clorofila foi

determinado utilizando um medidor de índice de clorofila (Falker, Clorofilog CFL1030). As avaliações foram realizadas nos períodos de 0, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias após a aplicação do PBZ.

Para a análise estatística, foi utilizado o software estatístico R *stúdio*, gerando um Modelo linear generalizado (GLM), de modo a observar como as variáveis dependentes (altura, diâmetro, número de folhas e índice de clorofila total) são afetadas pelas variáveis independentes (paclobutrazol, enxertia e sombreamento). Desta forma, se espera criar modelos das relações entre as variáveis, considerando diferentes categorias de distribuição dos dados e a relação entre a média e a variância.

Resultados

Enxertia e técnicas de proteção de enxerto em plântulas de Golosa

A técnica de enxertia foi viável na espécie *Chrysophyllum sanguinolentum*. A brotação variou ao longo dos dias e entre os tratamentos, com início de brotação aos 20 dias após a enxertia, e alcançando a taxa máxima após 34 dias. Os enxertos protegidos com parafilm (T1) apresentaram uma taxa de brotação de 10%, enquanto o parafilm em conjunto com saco de papel kraft (T2) apresentou 27,5%. Nos enxertos protegidos apenas com o saco plástico (T3) não foi observada brotação e no tratamento com saco plástico combinado com saco de papel kraft (T4) a taxa de brotação foi de 12,5%. A análise estatística revelou diferenças significativas entre os tratamentos de proteção do enxerto (Figura 4).

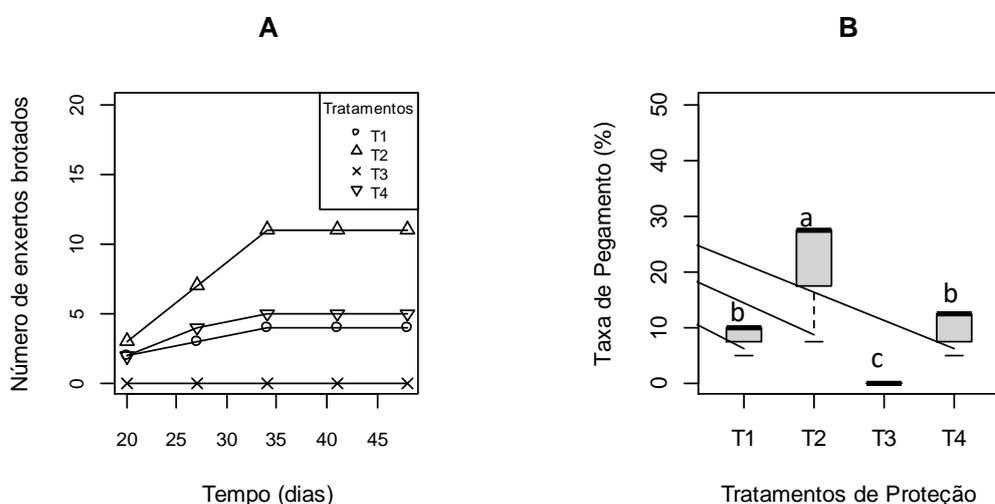


Figura 04. A = Brotação dos enxertos de *C. sanguinolentum* em função do tempo e tratamento; B = Taxa de Brotação por Tratamento submetidas ao teste de Kruskal Wallis (p=0.00275). Letras diferentes representam diferença estatística significativa (nível de significância = 5%).

Efeito da enxertia, sombreamento e aplicação hormonal de Paclobutrazol sobre crescimento em diâmetro, altura, número de folhas e clorofila em plântulas de Golosa

Ao analisarmos os efeitos do fator sombreamento sobre as variáveis analisadas (taxa de crescimento em altura, diâmetro, número de folhas e índice de clorofila), observamos que as mudas tiveram maiores médias de crescimento em diâmetro (média de 2,36%), número de folhas (53 folhas) e clorofila total (34,2 g) sob sombreamento de 50%. Para crescimento em altura, o sombreamento a 50% também apresentou maior média (1,35%), porém não foi significativamente diferente do pleno sol (Tabela 1; Figura 3).

Tabela 01: Parâmetros de crescimento sob diferentes condições de sombreamento.

Variável	Sombreamento	Média	Mediana	Desvio padrão	Intervalo de valores
Altura	50% de somba	1,35	0,77	1,60	0 -6,52
	Pleno sol	1,32	0,67	1,61	0 -6,48
Número de folhas	50% de somba	53	52	27	3 -118
	Pleno sol	44	44	29	0 -110
Diâmetro	50% de somba	2,36	2,02	2,14	0 -8,65
	Pleno sol	2,00	1,26	2,09	0 -8,64
Clorofila total	50% de somba	34,20	33,60	9,03	14,1 -57
	Pleno sol	24,60	24,90	7,31	8 -52,3

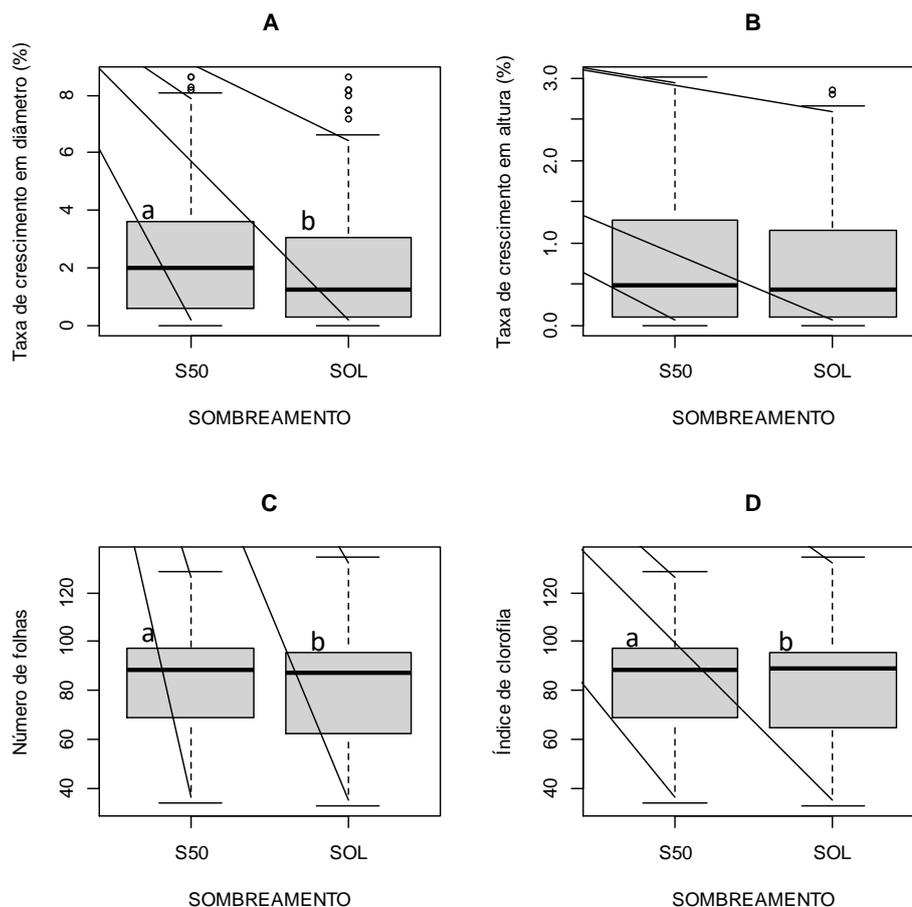


Figura 04. Efeitos do sombreamento sobre as variáveis estudadas. A = Diâmetro vs. Sombreamento; B = Altura vs. Sombreamento; C = Número de folhas vs. Sombreamento; D = Índice de clorofila vs. Sombreamento. Letras diferentes representam diferença estatística significativa (nível de significância = 5%).

Já para enxertia, observamos que as mudas tiveram maior média de número de folhas (64 folhas) na condição de muda não enxertada. A clorofila total apresentou maior média na condição de muda enxertada (30,70 g). O crescimento em diâmetro apresentou maior taxa na condição de não enxertada (2,32%), contudo, não houve diferença significativa em relação à condição de mudas enxertadas (2,03%). De forma semelhante, o crescimento em altura apresentou a maior taxa (1,35%) na condição de mudas enxertadas, mas sem diferença significativa em comparação às mudas não enxertadas (1,32%) (Tabela 2; Figura 5).

Tabela 02: Parâmetros de crescimento sob condições de enxertia.

Variável	Enxertia	Média	Mediana	Desvio padrão	Intervalo de valores
----------	----------	-------	---------	---------------	----------------------

Altura	Enxertada	1,35	0,76	1,61	0 -6,52
	Não enxertada	1,32	0,66	1,59	0 -6,48
Número de folhas	Enxertada	33	34	23	0 -110
	Não enxertada	64	62	25	0 -118
Diâmetro	Enxertada	2,03	1,48	2,07	0 -8,65
	Não enxertada	2,32	1,67	2,15	0 -8,65
Clorofila total	Enxertada	30,70	30,00	9,45	8 -56,7
	Não enxertada	28,70	27,70	9,54	9,4 -57

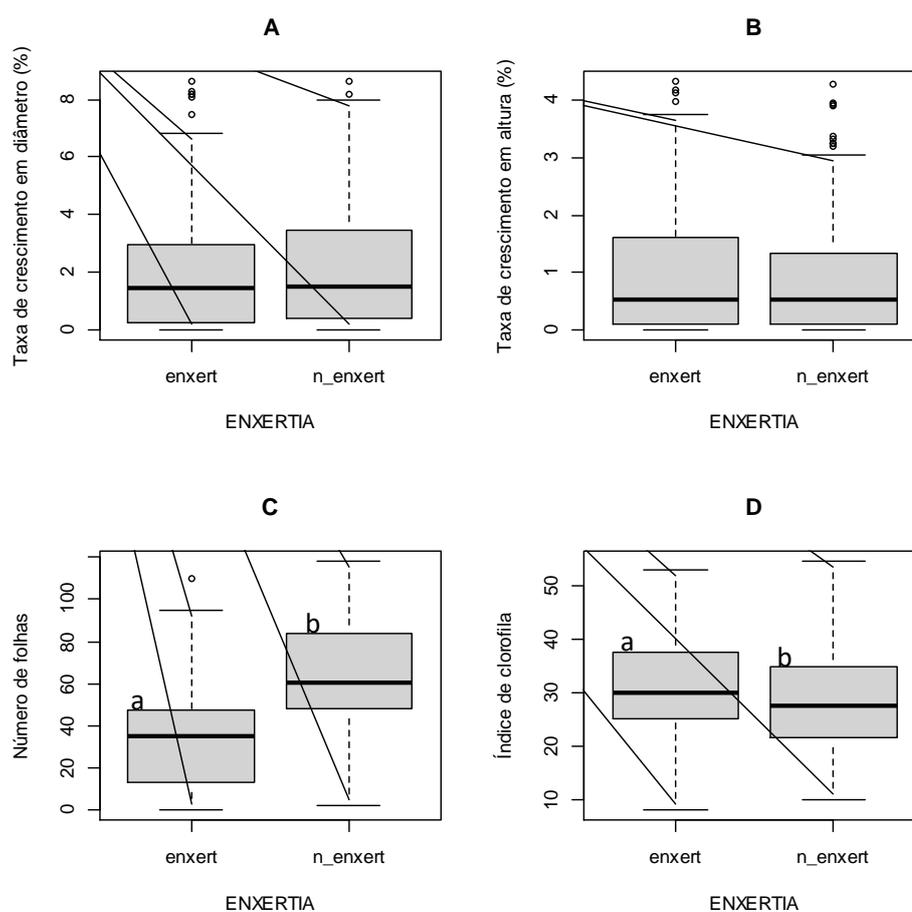


Figura 05. Efeitos da enxertia sobre as variáveis estudadas. A = Diâmetro vs. Enxertia; B = Altura vs. Enxertia; C = Número de folhas vs. Enxertia; D = Índice de clorofila vs. Enxertia. Letras diferentes representam diferença estatística significativa (nível de significância = 5%).

Em relação ao fator paclobutrazol, as plantas que receberam aplicação, mesmo após 180 dias não apresentaram flores. Constatamos ainda que a aplicação resultou em menor média do número de folhas (42 folhas) e menor taxa de crescimento em diâmetro (1,99%), além de que a aplicação não influenciou no crescimento em altura e no índice de clorofila, quando comparada as mudas com e sem o fitoregulador de crescimento (Tabela 3; Figura 6).

Tabela 03: Parâmetros de crescimento sob condições de enxertia.

Variável	Paclobutrazol	Média	Mediana	Desvio padrão	Intervalo de valores
Altura	Com PBZ	1,37	0,71	1,67	0 -6,48
	Sem PBZ	1,30	0,72	1,53	0 -6,52
Número de folhas	Com PBZ	42	40	31	0 -106
	Sem PBZ	55	52	25	8 -118
Diâmetro	Com PBZ	1,99	1,46	2,01	0 -8,65
	Sem PBZ	2,37	1,69	2,21	0 -8,64
Clorofila total	Com PBZ	29,50	29,20	9,86	8 -56,7
	Sem PBZ	29,80	27,90	9,26	11,3 -57

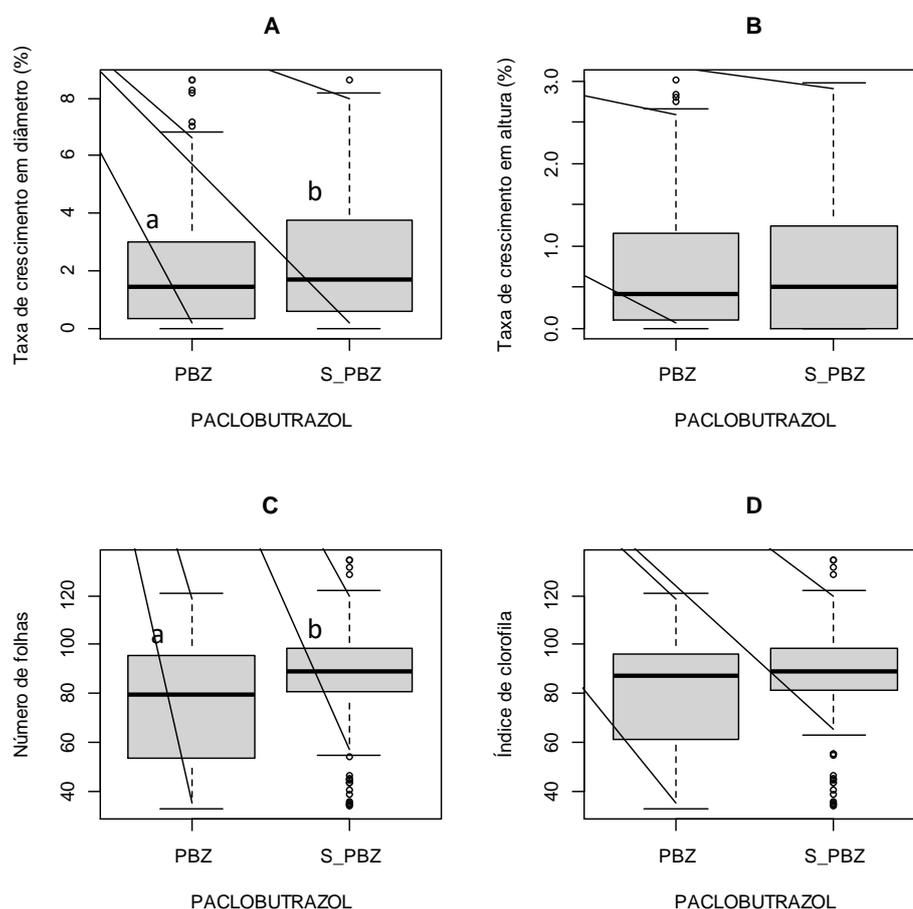


Figura 06. Efeitos da enxertia sobre as variáveis estudadas. A = Diâmetro vs. Paclobutrazol; B = Altura vs. Paclobutrazol; C = Número de folhas vs. Paclobutrazol; D = Índice de clorofila vs. Paclobutrazol. Letras diferentes representam diferença estatística significativa (nível de significância = 5%).

Discussão

Enxertia e técnicas de proteção de enxerto em plântulas de gólosa

No estudo de Neto (2004), no município de Canoinhas – SC, o uso do Parafilm aumentou em 65% a taxa de brotação em comparação com o saco de polietileno em mudas de abacate, o que corrobora com o encontrado nesse estudo, uma vez que o saco plástico (T3) não apresentou brotações. O saco de polietileno apresenta taxa de brotação reduzida, o que é atribuído a fatores ambientais, principalmente a temperatura, que tende a aumentar consideravelmente (De Almeida Cardoso, 2010). A temperatura desempenha um papel crucial na produção de tecidos responsáveis pela formação do calo de enxerto, sendo recomendável realizar a enxertia sobre temperaturas de até 32°C. Acima desse valor, ocorre um aumento significativo na incidência de lesões celulares, o que reduz a taxa de sucesso (Hartmann, 2014). No dia em que foi realizada a enxertia, a temperatura na casa de vegetação atingiu aproximadamente 36°C o que pode ter ocasionado a baixa taxa de brotação, assim como a luminosidade que também atingiu valores altos próximos de 700 lm/m² e umidade baixa (52%) (Figura 7).

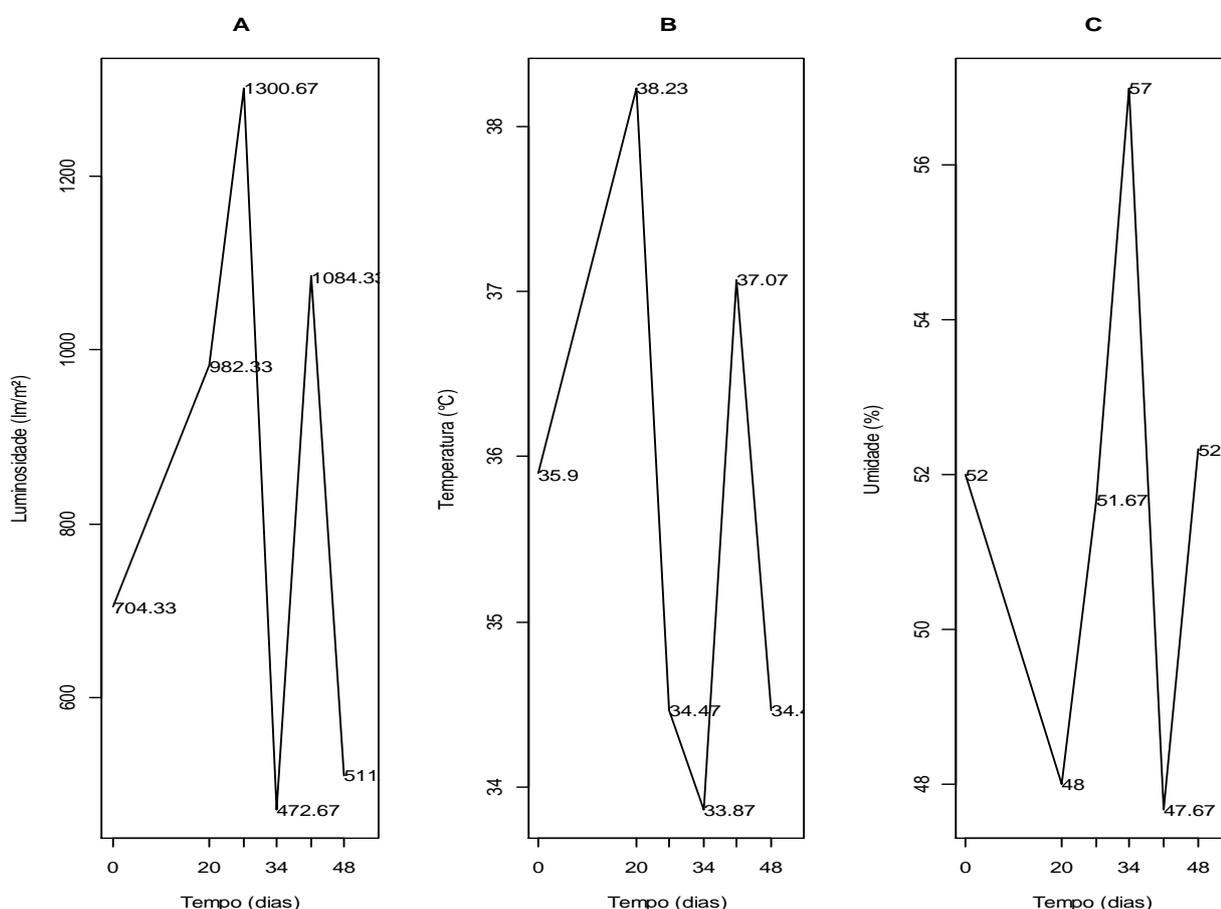


Figura 07. Variáveis ambientais ao longo do tempo. A = Temperatura (°C); B = Luminosidade (lm/m²); C= Umidade (%).

Os resultados encontrados nesse trabalho, destacam a importância do uso do saco de papel quando comparado aos demais tratamentos. O Parafilm, por ser um material impermeável, flexível e extensível, mantém a umidade do enxerto sem obstruir o desenvolvimento das brotações, funcionando como um protetor eficaz (Beineke, 1974; Jacomino, 2000). A retenção dessa umidade reduz a temperatura, e, em conjunto com o saco kraft, que diminui a luminosidade e, conseqüentemente, também a temperatura, essa combinação resulta em maiores taxas de brotação nos enxertos.

Além dos fatores ambientais, como luminosidade alta, temperatura alta e umidade baixa que influenciam negativamente a taxa de pegamento da enxertia, existem outros fatores como a presença de látex e período do ano em que foi realizado (Rocha et al., 2018). Foi observado que a espécie utilizada nesse estudo, apresenta exsudato do tipo látex. Além disso, pode ocorrer baixa taxa de pegamento, devido a diferenças genéticas entre enxertos e porta-enxertos (Novelli et al., 2019). O sucesso da enxertia é mais provável quando os materiais estão alinhados durante o processo, quanto maior o alinhamento, maior é a ligação dos tecidos responsáveis pela regeneração o que faz com que haja menor quantidade de necrose dos tecidos, sendo o córtex e o floema os principais responsáveis pela ligação entre enxerto e porta-enxerto (Balbi et al., 2019).

Efeito da enxertia, sombreamento e aplicação hormonal de Paclobutrazol sobre crescimento em diâmetro, altura, número de folhas e clorofila em plântulas de Golosa

No presente estudo, as plantas sob condição de pleno sol apresentaram respostas negativas para os parâmetros número de folhas, índice de clorofila e crescimento em diâmetro, no entanto, o crescimento em altura apresentou uma tendência, embora não significativa. Essa redução no crescimento pode estar associada ao aumento da temperatura foliar no qual causa o fechamento dos estômatos e conseqüentemente diminuição da fixação de carbono necessário para crescimento das plantas (Rego e Possamar, 2006).

Isso corrobora com seu grupo ecológico, pois, a Golosa (*C. sanguinolentum*), pertence à família Sapotaceae, e é classificada como uma espécie clímax tolerante à sombra (Reis et al., 2015). Estas espécies destinam maiores quantidades de carboidratos para órgãos de

armazenamentos (Piper et al., 2009), principalmente no caule e nas raízes, melhorando assim a sobrevivência da planta (Myers e Kitajima, 2007). No presente estudo, isso refletiu nas maiores taxas de crescimento em diâmetro sob sombreamento de 50%. Além disso, a condição de sombreamento faz com ocorra maiores concentrações de luz vermelha (Park e Runkle, 2017) fazendo com que as plantas direcionem mais recursos para o crescimento em altura, alongando-se para buscando interceptar luz (Taiz e Zeiger, 2013).

Hymenaea courbaril também é uma espécie clímax tolerante a sombra (Almeida et al., 2005; Almeida et al., 2023), e em termos comparativos, em um estudo realizado em Ji-Paraná – RO também demonstrou uma respostas fisiológicas semelhantes aos encontrados nesse estudo em relação ao fator sombreamento, como o aumento dos teores de clorofila e alterações no crescimento vegetativo, apresentando maior média para parâmetro de altura a 50% de sombreamento, ajustando-se à baixa disponibilidade de luz, além de apresentar menor número de folhas a pleno sol (Lima, 2010).

Foi observado visualmente no experimento na condição de pleno sol que as plantas apresentaram redução da área foliar quando se comparada com as do sombreamento a 50%, provavelmente a fim de interceptar menos iluminação do ambiente e assim limitar possíveis danos ao aparato fotossintético da planta, uma vez que a desidratação de certas proteínas responsáveis pela fotossíntese causa prejuízos diretamente no crescimento (Formisano, 2022).

As plantas sob 50% de sombra apresentaram teores de clorofila significativamente maiores do que as cultivadas a pleno sol. Esse efeito pode ser explicado pelo ajuste fisiológico da planta em resposta à menor disponibilidade de luz (Yustiningsih, 2019). Em condições de sombreamento, as plantas tendem a aumentar a produção de clorofila como uma estratégia para otimizar a captação de luz disponível (Lopes et al., 2015). Isso ocorre porque a diminuição da irradiância estimula a produção de pigmentos que melhoram a capacidade de absorção de luz, permitindo que a planta maximize a eficiência dos fotossistemas I e II durante a fotossíntese (Gordon, 1989).

Plantas cultivadas sob pleno sol tendem a ter menos clorofila porque já recebem luz suficiente para a fotossíntese, e a alta irradiância pode até causar fotoinibição, que prejudica os mecanismos fotossintéticos (Rego e Possamai, 2006). Esse resultado difere do encontrado por Abade et al. (2019), que observaram maior teor de clorofila em plantas de rúculas cultivadas sob pleno sol no município de Marechal Cândido Rondon-PR, e do trabalho de

Zanella et al. (2006), no qual o aumento do nível de sombreamento foi associado a uma menor relação clorofila a/b em maracujazeiros no município de Ji-paraná-RO.

A compatibilidade entre enxerto e porta-enxerto é fundamental para o sucesso da enxertia, onde a menor compatibilidade resulta em falha na regeneração celular causando necrose e assim afeta o transporte de água, nutrientes do porta-enxerto para a planta (Balbi et al., 2019). Como observado nesse estudo, as plantas enxertadas apresentaram menores crescimento para altura, diâmetro e número de folhas, isso pode ser explicado pelo fato de que quando há uma incompatibilidade parcial, o enxerto não retornará o seu crescimento, pois não irá obter água e nutrientes minerais, e pode ocorrer ainda a degeneração do porta-enxerto quando o floema é interrompido ao enviar carboidratos e outros metabólicos (Hartmann et al., 2014).

No experimento, foi possível observar que a aplicação de PBZ resulta em uma tendência de redução na altura e diâmetro das plântulas de *C. sanguinolentum* e uma diminuição significativa no número de folhas. Essa redução é explicada pelo fato do paclobutrazol ser um regulador de crescimento que inibe a biossíntese da GA através da inativação da enzima oxidase, enzima essa que realiza a oxidação do entcaureno para ácido entcaurenóico, sendo esse o prepulsor da GA, em consequência a inibição do GA, o fitoregulador faz com que reduza o crescimento da planta em altura, diâmetro do tronco e galhos. Os precursores que seriam utilizados para síntese de GA são acumulados e desviados para promover a síntese de ABA e fitol, com o aumento de ABA, ocorre o fechamento da abertura estomática fazendo com que diminua a perda de água por transpiração (Soumya, et al., 2017; Desta & Amare, 2021). No entanto, o PBZ não teve um impacto significativo sobre o teor de clorofila, sugerindo apenas uma tendência em que o PBZ diminui o teor de clorofila.

Além da redução do crescimento, algumas mudas que receberam a aplicação do fitoregulador, apresentaram redução da distância entre nós, e na maioria dos exemplares houve a perda total das folhas, principalmente sobre as plantas cultivadas em pleno sol, sugerindo um efeito fitotóxico. Os efeitos do PBZ podem ser irregulares, porque, expostas as condições externas, eles são dependentes não só das concentrações, mas do potencial bioquímico das plantas, capacidade de resposta, condições climáticas e práticas de manejo (Oswalt et al., 2014). Sugerindo assim que sua eficácia em induzir floração depende de fatores externos, o qual para realização de tal feito é necessário ambiente controlado na produção de mudas.

Conclusão

Considerando o ambiente do local, onde foi realizado esse experimento a enxertia se mostrou eficaz para a acelerar o desenvolvimento da espécie *C. sanguinolentum*, apresentando um aumento considerável da brotação do material enxertado, quando utilizado o Parafilm M® e o saco de papel kraft, para a proteção do enxerto contra os efeitos dos ambientes e patógenos.

A enxertia, aliada ao sombreamento e à aplicação do fitorregulador Paclobutrazol (PBZ), afeta o desenvolvimento das plântulas de *C. sanguinolentum* de maneiras distintas. O sombreamento promove o aumento dos teores de clorofila, melhorando a eficiência fotossintética em condições de baixa luminosidade. Por outro lado, o PBZ inibiu o crescimento em altura e diâmetro da espécie, mas seus efeitos não se manifestaram nos teores de clorofila, sugerindo que sua principal ação está relacionada ao controle do crescimento vegetativo.

A enxertia, mesmo em conjunto com PBZ não foi capaz de induzir a floração para espécie no período avaliado (seis meses), pode ser necessário um tempo maior para que o florescimento seja induzido nessa espécie, devido ao seu longo tempo de florescimento normal em campo (superior a 20 anos). Essas interações ecofisiológicas fornecem *insights* importantes sobre como ajustar o manejo dessas plantas para otimizar seu crescimento e desenvolvimento, especialmente em ambientes onde a luz e o uso de reguladores de crescimento desempenham papéis cruciais. Neste sentido, são necessários mais estudos, principalmente o acompanhamento por mais tempo para verificar o efeito da enxertia na floração precoce nos próximos anos, além de estudos sobre a dosagem do PBZ para aprofundar a compreensão desses processos na espécie *C. sanguinolentum*.

Referências

- Abade, Mayra Taniely Ribeiro et al. Morfometria de cultivares de rúcula sob telas de sombreamento e pleno sol na primavera. *Agrometeoros*, v. 27, n. 1, 2020. <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/agrometeoros/article/view/26578/14622>.
- Almeida Cardoso, Eudes et al. Eficiência de tipos de proteção na substituição de copa por garfagem lateral no cajueiro comum. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 5, n. 2, p. 22, 2010. <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/284/540>.

Almeida, Igor Ivison et al. Porta-enxertos e enxertia de castanheira-do-brasil pelo método da borbulhia em placa. 2020. <http://repositorio.ufra.edu.br/jspui/handle/123456789/1639>.

Almeida, Rodolfo Soares et al. Período de sombreamento na produção de mudas de espécies florestais. *Revista ciência agrícola*, v. 21, p. E13260-e13260, 2023. <https://www.seer.ufal.br/index.php/revistacienciaagricola/article/view/13260/10689>.

Almeida, Silvia Mara Zanela et al. Alterações morfológicas e alocação de biomassa em plantas jovens de espécies florestais sob diferentes condições de sombreamento. *Ciência rural*, v. 35, p. 62-68, 2005. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782005000100010>.

Alvares, Clayton Alcarde et al. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. http://www.lerf.eco.br/img/publicacoes/Alvares_etal_2014.pdf.

Balbi, Rodrigo Vieira et al. The cell regeneration and connection of grafting between pear and quince trees are defined by the cortex and phloem. *Scientia Horticulturae*, v. 257, p. 108662, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108662>.

Beineke, Walter F. Parafilm: a new way to wrap grafts. 1978. <http://dx.doi.org/10.21273/HORTSCI.13.3.284a>.

Chrysophyllum in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB24776>. Acesso em: 20 jun. 2024

Ferreira, Sidney Alberto do N.; Gentil, Daniel Felipe de O. Propagação assexuada do camucamu (*Myrciaria dubia*) através de enxertias do tipo garfagem. *Acta amazônica*, v. 27, n. 3, p. 163-167, 1997. <https://doi.org/10.1590/1809-43921997273168>.

Franzon, Rodrigo Cezar; Carpenedo, Silvia; Silva, José Carlos Sousa. Produção de mudas: principais técnicas utilizadas na propagação de fruteiras. Brasília: EMBRAPA Cerrados, 2010. <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/883211>.

Gomes, C. et al. Cocoa agroforestry system as an alternative for degraded pastureland restoration, food security and livelihoods development among smallholders in a Brazilian Amazon agricultural frontier. *Enhancing Food Security through Forest Landscape Restoration: Lessons from Burkina Faso, Brazil, Guatemala, Viet Nam, Ghana, Ethiopia and Philippines*. Gland, Switzerland: IUCN, p. 42-69, 2015. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2015.FR.2.en>.

Gordon, J. C. Effect of Shade of Photosynthesis and Dry Weight Distribution in Yellow Birch (*Betula Alleghaniensis* Britton) Seedlings. *Ecology*, v. 50, n. 5, p. 924-927, 1969. <https://doi.org/10.2307/1933714>.

Hartmann, Hudson T. *Hartmann & Kester's plant propagation: principles and practices*. 2014.

Jacomino, Angelo Pedro et al. Métodos de proteção de enxerto na produção de mudas de mangueira, abacateiro e noqueira-macadâmia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 35, p. 1985-1990, 2000. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2000001000009>.

- Lopes, M. J dos S. et al. Morphological and physiological responses to shade in seedlings of *Parkia gigantocarpa* Ducke and *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby (Leguminosae). 2015. <https://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr107/cap08.pdf>.
- Mendes, G. G. C., dos Santos, G. A., de Resende, M. D. V., Martins, S. V., de Souza, G. A., Nunes, A. C. P., & Martins, T. G. V. (2020). Flowering acceleration in native Brazilian tree species for genetic conservation and breeding. *Annals of Forest Research*, 63(1), 39-52. <https://afrjournal.org/index.php/afr/article/view/1751/1082>.
- Mendes, G. G. C., dos Santos, G. A., Xavier, A., Martins, S. V., de Souza, G. A., Martins, T. G. V., & dos Reis Neto, R. F. (2021). Grafting efficiency in Brazilian native tree species. <https://doi.org/10.18671/scifor.v49n132.04>.
- Mindêllo Neto, Ubirajara Ribeiro et al. Influência da proteção do enxerto na produção de mudas de abacate. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 26, p. 189-190, 2004. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452004000100051>.
- Moreira Filho, Mario; Ferreira, Sidney Alberto Do Nascimento. Clonagem do camu-camu arbustivo em porta-enxertos de camu-camu arbustivo e arbóreo. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 31, p. 1202-1205, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452009000400039>.
- Myers, J. A.; Kitajima, K. Carbohydrate storage enhances seedling shade and stress tolerance in a neotropical forest. *Journal of Ecology*, v. 95, n. 2, p. 383-395, mar. 2007. <https://www.jstor.org/stable/4495991>.
- Nascimento, Walnice Maria Oliveira et al. Época e genótipo para enxertia por garfagem em castanheira-do-brasil. 2023. <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1049139>.
- Novelli, Dheimy et al. Enraizamento e enxertia para propagação assexuada de envira-caju (*Onychopetalum periquino*). *Revista Brasileira de Ciências da Amazônia/Brazilian Journal of Science of the Amazon*, v. 8, n. 1, p. 1-6, 2019. <https://doi.org/10.47209/2317-5729.v.8.n.1.p.1-6>.
- Oliveira Castro, Carla Aparecida et al. Accelerating Eucalyptus breeding strategies through top grafting applied to young seedlings. *Industrial Crops and Products*, v. 171, p. 113906, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113906>.
- Park, Y.; Runkle, E. S. Far-red radiation promotes growth of seedlings by increasing leaf expansion and whole-plant net assimilation. *Environmental and Experimental Botany*, v. 136, p. 41-49, abr. 2017. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2016.12.013>.
- Piper F.I.; Reyes-Díaz, M.; Corcuera, L. J.; Lusk, C. Carbohydrate storage, survival, and growth of two evergreen *Nothofagus* species in two contrasting light environments. *Ecological Research*, v. 24, n. 6, p. 1233–1241, nov. 2009. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s11284-009-0606-5.pdf>.
- R Development Core Team. R: Uma linguagem e ambiente para computação estatística; Fundação R para computação estatística: Viena, Austria, 2024; <http://www.R-project.org>. Acesso em: 15 Abr. 2024).

Rego, G. M.; Possamai, E. Efeito do Sombreamento sobre o Teor de Clorofila e Crescimento Inicial do Jequitibá-rosa. *Pesquisa Florestal Brasileira*, n. 53, p. 179-194, 2006. <https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/210/160>.

Reis, L. P. et al. Sapotaceae em uma floresta de terra firme no município de Moju, Pará. 2015. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1011022/1/DOC408.pdf>.

Rocha, Karla Borelli; Rocha, Jose Henrique Tertulino; Goncalves, Antonio Natal. Métodos de enxertia para a produção de mudas de seringueira em viveiro suspenso. *Scientia Forestalis*, v. 46, n. 120, p. 646-656, 2018. <https://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr120/cap13.pdf>.

Sartorelli, P. A. R. et al. Plantas dos povos da Volta Grande do Xingu. Baobá Floresta, Barreiras, 2018. https://www.baobafloresta.com.br/pesquisas/downloads/guia_vgx.pdf.

Silva, W. R. et al. Inducing seed dispersal by generalist frugivores: A new technique to overcome dispersal limitation in restoration. *Journal of Applied Ecology*, v. 57, n. 12, p. 2340–2348, dez. 2020. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13731>.

Simões, Ingridh Medeiros et al. Grafting between species of the genus *Handroanthus* for the production of multi-colored flower canopies. 2021. <https://doi.org/10.18671/scifor.v49n132.07>.

Souza, F. X.; Innecco, R.; Araújo, Cat. Métodos de enxertia recomendados para a produção de mudas de cajazeira e de outras fruteiras do gênero spondias. 1999. <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/422648>.

Taiz L.; Zeiger E. *Fisiologia vegetal*. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 512p.

Wendling, Ivar et al. Seleção de matrizes e tipo de propágulo na enxertia de substituição de copa em *Ilex paraguariensis*. *Revista Árvore*, v. 33, p. 811-819, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622009000500004>.

Yustiningsih, M. (2019). Intensitas cahaya dan efisiensi fotosintesis pada tanaman naungan dan tanaman terpapar cahaya langsung. *Bio-Edu: Jurnal Pendidikan Biologi*, 4(2), 44-49. <https://doi.org/10.32938/JBE.V4I2.385>.

Zanella, F.; Soncela, R.; Lima, A. L. D. S. Formação de mudas de maracujazeiro “amarelo” sob níveis de sombreamento em Ji-Paraná/RO. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 30, n. 5, p. 880–884, 2006. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542006000500009>.