

FERTILIZANTE DE LIBERAÇÃO CONTROLADA NA GERMINAÇÃO DE JEQUITIBÁ-BRANCO (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze)

Jamilly de Assis Marques¹, Carlos Henrique Rodrigues de Oliveira², João Batista Esteves Peluzio², Bruna Chaves Amaral¹, Mateus Zava Zucolotto¹, Maria Eduarda Marques da Conceição¹, Jacyelli Sgranci Angelos¹.

¹Universidade Federal do Espírito Santo – Campus Alegre, Alto Universitário, S/N - Guararema, 29500-000 - Alegre - ES, Brasil, jamillyam25@gmail.com, eng.brunachaves@gmail.com, mzucolotto96@gmail.com, mariamarques.bio@gmail.com, jacyesgranci@gmail.com

²Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Rodovia ES-482, Km 47, Distrito de Rive - 29500-000 – Alegre - ES, Brasil, engcarloshenrique@gmail.com, jbpeluzio@gmail.com

Resumo

Este estudo avaliou a influência do fertilizante de liberação controlada (FLC) na germinação de sementes de jequitibá-branco, *Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze, uma espécie ameaçada de extinção e importante para projetos de reflorestamento. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em delineamento experimental em blocos casualizados (DBC), com quatro repetições e cinco tratamentos de FLC (0, 4, 8, 12 e 16 g L⁻¹), com 9 meses de liberação, aplicadas em tubetes de 280 cm³, com substrato comercial. A germinação foi monitorada por 36 dias, analisando-se a porcentagem de germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), com nível de significância de 5%. Os resultados indicaram que o FLC não influenciou significativamente a germinação, com G variando entre 53,75% e 68,75% e IVG apresentando tendência de aumento na dose de 8 g L⁻¹. O TMG permaneceu constante entre 22 e 23 dias. Concluiu-se que o FLC pode não afetar diretamente a espécie estudada no processo inicial de germinação.

Palavras-chave: Espécie nativa. Reflorestamento. Fertilizante de liberação controlada. Germinação.

Área do Conhecimento: Engenharia Agrônoma - Engenharia Florestal.

Introdução

O jequitibá-branco (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze), pertencente à família Lecythidaceae, é uma árvore de grande porte encontrada em capoeirões e florestas secundárias. Esta espécie semicaducifolia, comum em regiões de inverno seco, pode atingir até 50 metros de altura e 215 centímetros de diâmetro à altura do peito (DAP) na fase adulta (Carvalho, 2003). É uma espécie hermafrodita e sua polinização é conduzida por pequenos insetos, principalmente abelhas. Seus frutos podem conter até 17 sementes, as quais são aladas unilateralmente, com formato piriforme, possuindo dispersão anemocórica (Leite, 2007).

Apesar de sua imponência e relevância ecológica, o jequitibá-branco está ameaçado de extinção devido à intensa exploração dos biomas onde ocorre. Essa exploração resultou na sua classificação como uma espécie rara ou de baixa densidade populacional em sua área de distribuição natural (Guidugli *et al.*, 2016; Lisboa *et al.*, 2016). Além de sua importância ambiental, o jequitibá-branco é uma espécie-chave em projetos de reflorestamento ecológico e recuperação de áreas degradadas, destacando-se por sua adaptabilidade e potencial econômico (Silva; Silva; Cordeiro, 2012). No entanto, pouco se sabe sobre suas demandas nutricionais específicas e os sinais de deficiência, o que limita seu uso eficiente em tais projetos (Andrade; Boaretto, 2020).

A germinação é um processo fisiológico complexo, caracterizado pela retomada do crescimento do embrião até a emergência da plântula. Durante esse processo, a semente, que é essencial para a perpetuação e dispersão da maioria das espécies vegetais, desempenha um papel crucial. A semente é composta por um embrião em algum estágio de desenvolvimento, materiais de reserva (raramente ausentes) e um envoltório protetor, os tegumentos (Moraes, 2007). Esses componentes são

fundamentais para garantir a viabilidade da semente e o sucesso da germinação, possibilitando que a planta complete seu ciclo de vida e perpetue a espécie.

A germinação das sementes, crucial para a produção de mudas, é influenciada por fatores como a disponibilidade de nutrientes, que afeta diretamente o desenvolvimento e crescimento das plantas (Borghetti; Ferreira, 2004). Fertilizantes de liberação controlada (FLCs) são uma alternativa eficiente para assegurar a oferta contínua de nutrientes durante a formação das mudas, minimizando perdas por lixiviação e melhorando a eficiência do uso de fertilizantes (Mendonça *et al.*, 2008; Qiao *et al.*, 2016). Estudos indicam que os FLCs podem reduzir a probabilidade de deficiências nutricionais, com impacto positivo na produtividade das plantas (Rosa *et al.*, 2018).

Este estudo teve como objetivo investigar o impacto da aplicação de fertilizante de liberação controlada na adubação de base sobre a taxa de germinação, o índice de velocidade de germinação (IVG) e o tempo médio de germinação (TMG) das sementes de jequitibá-branco.

Metodologia

O experimento foi conduzido em uma casa de vegetação no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES - campus de Alegre), localizado no distrito de Rive, município de Alegre, Espírito Santo. As coordenadas geográficas do local experimental são 20° 45' 39.4" S e 41° 27' 25.4" W, conforme o sistema de referência geodésico WGS 84. A região possui clima classificado como Cwa, segundo Köppen, caracterizado por invernos secos e verões chuvosos.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados (DBC), com quatro repetições e cinco tratamentos. Os tratamentos consistiram na aplicação de fertilizantes de liberação controlada 16-08-12(+2), com 9 meses de liberação, em cinco doses distintas (0, 4, 8, 12 e 16 g L⁻¹). Cada repetição contou com 10 tubetes, totalizando 40 tubetes por tratamento.

As sementes de jequitibá-branco foram adquiridas de uma empresa especializada em sementes de espécies nativas. Coletadas na safra de julho de 2023, foram armazenadas em câmara fria a 4°C por 90 dias até o momento da sementeira. O substrato utilizado foi da marca Pilar, composto por casca de pinus, cinzas, casca de arroz carbonizada, fosfato natural, NPK e calcário dolomítico, com as seguintes características: pH 5,8 (±0,5), condutividade elétrica de 0,7 (±0,3) mS/cm, umidade máxima de 55%, capacidade de retenção de água de 80%, densidade de 280 kg/m³ e classe F.

Tubetes plásticos com capacidade de 280 cm³ foram dispostos em bancadas suspensas a 80 cm do solo, sob uma estrutura coberta por lona transparente impermeável e laterais protegidas por telas de sombreamento com 50% de permeabilidade à luz. O solo da casa de vegetação foi coberto com rafia preta. A irrigação foi realizada por um sistema automatizado de microaspersão, programado para operar três vezes ao dia, com duração de 10 minutos por ciclo.

As doses de fertilizante foram pesadas em balança analítica e homogêneas com o substrato antes da sementeira. Foram semeadas duas sementes por tubete, totalizando 20 sementes por repetição, para maximizar a taxa de germinação. O controle de pragas e plantas daninhas foi realizado manualmente conforme a necessidade.

O experimento foi monitorado diariamente desde a sementeira até a estabilização do processo de germinação. Considerou-se germinada a plântula que atingiu altura superior a 0,5 cm. A porcentagem de germinação (G) foi calculada conforme Brasil (2009), considerando como germinadas as sementes que originaram plântulas normais, com estruturas essenciais ao desenvolvimento. A porcentagem de germinação foi calculada utilizando a Equação (1):

$$G = \frac{N}{A} * 100 \text{ Equação (1)}$$

Onde:

- G = Porcentagem de germinação;
- N = Número de sementes germinadas;
- A = Número total de sementes colocadas para germinar.

O índice de velocidade de germinação (IVG) foi calculado conforme a fórmula de Maguire (1962), apresentada na Equação (2):

$$IVG = \frac{G_1}{N_1} + \frac{G_2}{N_2} + \dots + \frac{G_n}{N_n} \text{ Equação (2)}$$

Onde:

- IVG = Índice de velocidade de germinação (plantas dia-1);
- G1, G2 e Gn = Número de plantas germinadas na primeira, segunda e última avaliação (planta);

- N1, N2 e Nn = Número de dias da semente à primeira, segunda e última avaliação (dia).

O tempo médio de germinação (TMG) foi determinado com base na metodologia de Labouriau (1983). Para o cálculo, multiplicou-se o número de sementes germinadas em cada avaliação pelo respectivo tempo de incubação, em dias. A soma desses produtos foi então dividida pelo número total de sementes germinadas durante o período de germinação.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), com nível de significância de 5%, utilizando o software SISVAR 5.6 (Ferreira, 2014).

Resultados

A germinação foi monitorada diariamente por 36 dias consecutivos, as primeiras plântulas de jequitibá-branco foram observadas no décimo sexto dia após a semente e após a semente. Ao final desse período, verificou-se a estabilização no número de plântulas germinadas, indicando o término do processo de germinação ativo.

Os dados coletados ao longo do período de monitoramento foram submetidos à análise estatística e estão apresentados na Tabela 1. Esta tabela resume os resultados, permitindo a comparação das diferentes doses de fertilizante aplicadas e seus efeitos sobre a germinação das sementes.

Tabela 1 - Influência das doses de fertilizante de liberação controlada sobre a porcentagem de germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) de sementes de *Cariniana estrellensis* (jequitibá-branco).

Dose (g L ⁻¹)	G (%)	IVG	TMG (dias)
0	58,75 a	0,53 a	22,00 a
4	57,50 a	0,52 a	22,80 a
8	68,75 a	0,62 a	22,73 a
12	66,25 a	0,58 a	23,34 a
16	53,75 a	0,48 a	22,24 a
CV (%)	16,86	17,15	7,90

CV (%) = coeficiente de variação; Médias seguidas de mesma letra entre colunas, não diferem entre si, pela ANOVA a 95% de probabilidade.

Fonte: Autores

A germinação (G) das sementes de jequitibá-branco apresentou porcentagens médias variando de 57,50% a 68,75%. O índice de velocidade de germinação (IVG) foi baixo, com a maior média observada na dose de 8 g L⁻¹. O tempo médio de germinação (TMG) foi praticamente constante para todas as doses, ficando entre 22 e 23 dias após o semeio. No caso das sementes de jequitibá-branco, os parâmetros G, IVG e TMG não foram significativamente influenciados pelas diferentes doses de fertilizante de liberação controlada (FLC) testadas. As médias desses parâmetros, incluindo o controle (0 g L⁻¹), foram estatisticamente iguais, conforme indicado pelo ANOVA ($p \geq 0,05$).

Os coeficientes de variação (CV) para G e IVG foram de 16,86% e 17,15%, respectivamente, o que pode ser considerado moderado, indicando uma variabilidade razoável nos dados desses parâmetros. O CV para TMG foi de 7,90%, sugerindo uma menor variabilidade em relação às médias observadas para este parâmetro.

No presente estudo, observou-se que uma dose intermediária (8 g L⁻¹) apresentou o IVG mais elevado (0,62), enquanto as demais doses mostraram uma redução nessa taxa. Mesmo não tendo sido encontrada uma diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos, o IVG sugere tendências sobre quais tratamentos podem promover uma germinação mais rápida das sementes.

Discussão

A germinação das sementes, a iniciação radicular e o enraizamento das mudas possuem uma relação de dependência com o substrato (Delarmelina *et al.*, 2014), desse modo, as características físicas e químicas do substrato afetam a disponibilidade de água, nutrientes e oxigênio na medida em que influenciam o sucesso desses estágios iniciais de desenvolvimento das plantas. Nesse sentido esperava-se que a disposição inicial de FLC pudesse alterar as características do substrato, alavancando a taxa de germinação. No entanto tal incremento não foi notado.

O uso de fertilizantes de liberação controlada pode não fornecer benefícios imediatos à germinação, pois esses fertilizantes são projetados para liberar nutrientes de maneira gradual ao longo do tempo, o que pode ser mais benéfico para o crescimento posterior da planta. Durante a germinação, as sementes utilizam eficientemente suas reservas nutricionais internas para sustentar o desenvolvimento inicial (Carvalho; Nakagawa, 2012).

A espécie em questão não apresenta características de dormência, conforme descrito por Carvalho (2003), o que poderia justificar a porcentagem de germinação mediana observada no estudo. Isso sugere que fatores distintos da dormência, possivelmente relacionados ao ambiente ou ao manejo das sementes, podem ter influenciado os resultados de germinação. Mendes-Rodrigues *et al.* (2019), obtiveram resultado muito superior onde 88% das sementes germinaram.

Conforme observado por Kawano *et al.* (2024), as sementes grandes de *C. estrellensis* apresentaram uma menor porcentagem de germinação, enquanto as sementes médias não diferiram significativamente das pequenas e grandes nesse aspecto. Contudo, o estudo concluiu que o tamanho das sementes não influenciou o tempo médio de germinação nem o índice de velocidade de germinação, sugerindo que esses parâmetros são independentes do tamanho das sementes.

O tempo médio é uma medida de tendência central, ajustada de acordo com o número de diásporos que germinam ou plântulas que emergem (Berger, 2014). De acordo com Rodrigues *et al.* (2007), um menor tempo médio de germinação (TMG) está associado a mudas mais robustas, sugerindo que sementes que germinam mais rapidamente tendem a produzir plântulas com maior vigor e potencial de desenvolvimento. No presente estudo, o maior TMG foi de 23,34 dias, um valor significativamente superior ao observado por Mendes-Rodrigues *et al.* (2019), que obtiveram para a mesma espécie, *Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze, um TMG de 16,42 dias. Tempo superior foi observado por Kawano *et al.*, (2024), onde a germinação se estabilizou aos 39 dias. Essa diferença pode ser atribuída a variações nas condições experimentais, genéticas ou ambientais entre os estudos.

Conclusão

A aplicação de fertilizante de liberação controlada (FLC) em diferentes doses não afetou significativamente a germinação de sementes de *Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze, indicando que o FLC pode não influenciar o processo inicial de germinação da espécie estudada, onde as sementes dependem mais de suas reservas internas. Embora uma dose intermediária (8 g L⁻¹) tenha mostrado uma maior tendência no índice de velocidade de germinação (IVG), a variabilidade dos dados sugere a necessidade de mais pesquisas para confirmar esses efeitos em condições e espécies variadas.

Referências

ANDRADE, M. L. F. de; BOARETTO, A. E. Macronutrient deficiency in *Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze: from changes in cell ultrastructure to visual symptoms. **Revista Árvore**, v. 44, p. 1-10, 2020.

BERGER, A. P. de A. *et al.* Variabilidade na dormência relativa dos diásporos de *lithraea molleoides* (vell.) Eng. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 2, p. 325-337, 2014.

BORGHETTI, F.; FERREIRA, A. G. Interpretação de resultados de germinação. Germinação: do básico ao aplicado. **Artmed**, p. 209-222, 2004.

BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária, MAPA/ ACS, 2009. 395 p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590 p.

CARVALHO, P. E. R. Jequitibá-branco: *Cariniana estrellensis*. In: EMBRAPA. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. Embrapa Florestas, v.1, pag. 618 - 628, 2003.

DELARMELINA, W. M. *et al.* Diferentes Substratos para a Produção de Mudas de *Sesbania virgata*. **Floresta e Ambiente**, v. 21, n. 2, p. 224-233, 2014.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109–112, mar. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>. Acesso em: 2 ago. 2024.

GUIDUGLI, M. C. *et al.* Small but not isolated: a population genetic survey of the tropical tree *Cariniana estrellensis* (Lecythidaceae) in a highly fragmented habitat. **Heredity**, London, v. 116, n. 3, p. 339–347, 2016.

KAWANO, T. Y. *et al.* Germinação e emergência de espécies arbóreas de acordo com o tamanho da semente. In: **Botânica em foco: uma jornada pela diversidade 2**, Atena Editora, cap. 3, p. 26-37, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.22533/at.ed.7692406063>. Acesso em: 20 ago. 2024.

LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes**. Washington: Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, 1983. 174p.

LEITE, E. J. State-of-knowledge on *Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze (Lecythidaceae) for genetic conservation in Brazil. **Research Journal Botanic**, New York, v. 2, n. 3, p. 138160, 2007.

LISBOA, D. O. *et al.* First report of botryosphaeriaceous fungi causing canker on *Cedrela fissilis* and leaf spots on *Cariniana estrellensis* in forest nursery in Brazil. **Forest Pathology**, Berlin, v. 46, n. 4, p. 362–365, 2016.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination - aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962. Disponível em: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19621604893>. Acesso em: 20 jul. 2024.

MENDES-RODRIGUES, C. *et al.* Are the alien species of Melastomataceae and Bombacoideae a potential risk for Brazilian Cerrado? **Open Access Library Journal**, v. 6, p. 1-4, 2019. <https://doi.org/10.4236/oalib.1105156>.

MENDONÇA, V. *et al.* Diferentes ambientes e Osmocote® na produção de mudas de tamarindeiro (*Tamarindus indica*). **Ciência e Agrotecnologia**, 32, p. 391-397, 2008.

MORAES, J.V. **Morfologia e germinação de sementes de *Poecilanthe parviflora* Bentham (Fabaceae - Faboideae)**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) -Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. 78f. 2007.

QIAO, D. *et al.* Preparação e caracterização de fertilizante de liberação lenta encapsulado por polímero superabsorvente à base de amido. **Carboidrato. Polim.**, n.147, 2016.

ROSA, T.L.M. *et al.* Controlled release fertilizer in the growth of *Moringa oleifera* Lam. Seedlings. **Floresta**, v.48, n.3, p.303-310, 2018.

SILVA, L. F.; SILVA, M. L.; CORDEIRO, S. A. Análise econômica de plantios de jequitibá-branco (*Cariniana estrellensis*). **Revista Agrogeoambiental**, v. 4, n. 2, p. 1-10, 2012.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES), do Instituto Federal do Espírito Santo *campus* de Alegre e do Programa de Pós-Graduação em Agroquímica da Universidade Federal do Espírito Santo de Alegre.