

**TRATAMENTOS TÉRMICOS PARA A SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA EM SEMENTES DE
Caesalpinia ferrea MART. EX TUL.**

Bruno Oliveira Lafetá¹

Fabiana Martins Lopes¹

Mariany Augusta Figueiredo¹

Roniel Fernandes Dias de Azevedo¹

Nívea Fransuelli da Silva Madureira¹

Wemerson Marcelo Gonçalves Silva¹

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a influência de tratamentos térmicos para superar a dormência de sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. var. *leiostachya* Benth. O experimento foi conduzido em câmara de germinação do tipo *Biochemical Oxygen Demand* (BOD). Adotou-se delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro repetições de 25 sementes. Os tratamentos consistiram em imergir as sementes em água aquecida (T1 – 27°C; T2 – 70°C; T3 – 80°C; T4 – 90°C e T5 – 100°C). O tempo de imersão foi de 5 minutos. Cada unidade experimental conteve 200 cm³ de vermiculita expandida distribuída em caixa gerbox. Realizaram-se análises de variância e de regressão, ambas a 5,0% de significância estatística. Os tratamentos não influenciaram a emissão de raízes laterais. O tratamento cinco apresentou mais sementes embebidas (69,0%), germinadas (59,0%), emissões de parte aérea (56,0%) e IVG (2,12). Estes atributos aumentaram à medida que se elevou a temperatura de imersão. Conclui-se que a dormência das sementes de *C. ferrea* pode ser superada pela imersão em água aquecida como tratamento pré-germinativo. A imersão de sementes em água aquecida a 100°C por 5 minutos é eficiente para superar a dormência desta espécie.

Palavras-chave: Dormência; Germinação; Temperatura.

ABSTRACT

Heat treatment for dormancy overcoming on seeds of *Caesalpinia ferrea* Mart. Ex Tul. This work aimed to evaluate the influence of thermic treatments to break dormancy of *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. seeds. The experiment was conducted in a germination chamber of *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) type. The statistical design was completely randomized with four repetitions of 25 seeds. The treatments consisted of immersing the seeds in heated water (T1 – 27°C, T2 – 70°C, T3 – 80°C, T4 – 90°C and T5 – 100°C). The immersion time was 5 minutes. Each experimental unit contained 200 cm³ of expanded vermiculite distributed in gerbox box. We performed analysis of variance and regression, both at the 5.0% statistical significance. Treatments did not influence the emission of lateral roots. T5 Treatment presented more imbibed seeds (69.0%), germinated seeds (59.0%), shoot emission (56.0%) and germination speed index (2.12). These attributes increased as the raised temperature of immersion. We conclude that the

¹ Curso de Engenharia Florestal, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – IFMG, Campus São João Evangelista, Minas Gerais, Brasil. E-mail para correspondência: bruno.lafeta@ifmg.edu.br

dormancy of *C. ferrea* seeds can be overcome by immersion in heated water as pre-germinative treatment. Immersing the seeds in heated water at 100 °C for 5 minutes is efficient to break dormancy of this species.
Keywords: Dormancy; Germination; Temperature.

INTRODUÇÃO

A crescente demanda por sementes e mudas de espécies lenhosas tem impulsionado o mercado de propagação de plantas. Parte dessa demanda é proveniente da necessidade de reposição florestal de atividades que exercem forte pressão sobre o ambiente e de eventuais problemas ecológicos causados pela extração de bens não renováveis.

Caesalpinia ferrea Mart. ex Tul. (Fabaceae – Caesalpinioideae), popularmente conhecida como pau-ferro ou jucá, é uma espécie lenhosa de copa arredondada, que ocorre naturalmente desde a Caatinga nordestina até a floresta pluvial Atlântica no sudeste do Brasil (Lorenzi, 2020). As suas folhas são bipinadas de 15 a 19 cm de comprimento (Lorenzi, 2020), sendo encontrados frutos em torno de 7 a 10cm de comprimento (Silva et al., 2017) e sementes nas formas alongada, obovada, angular e arredondada, variando de 5 a 10 mm de comprimento e de 4 a 6 mm de largura (Lima et al., 2019). Extratos aquosos de seus frutos e cascas são utilizados na medicina popular como analgésicos e para o tratamento de doenças inflamatórias (Pereira et al., 2016). A espécie pode ser indicada na arborização de centros urbanos, construção civil e em programas de reflorestamento misto com finalidade de recuperação de áreas degradadas (Lorenzi, 2020).

O tegumento das sementes de *C. ferrea* é duro e impermeável, podendo prejudicar a absorção de água, retardar a germinação e desuniformizar a produção de mudas (Santana et al., 2011). É importante salientar que a germinação envolve o desenvolvimento de estruturas essenciais do embrião, iniciando com a absorção de água pela semente e terminando com o início do alongamento do eixo embrionário, identificado através da protrusão da radícula (Lima et al., 2006; Fonseca e Jacobi, 2011). Assim, os principais fatores que influenciam a germinação são a disponibilidade hídrica, oxigênio, intensidade luminosa, substrato e, principalmente, temperatura.

A temperatura por sua vez, atua reativando reações metabólicas essenciais aos processos de mobilização de reservas e retomada do crescimento radicular, influenciando a velocidade de absorção de água, velocidade e uniformidade de germinação (Oliveira et al., 2012). O emprego de tratamentos baseados na imersão de sementes em água com variadas temperaturas é comum e de fácil aplicação, podendo ser uma alternativa viável para a produção em larga escala de mudas em viveiros florestais. A eficiência da escarificação térmica depende da intensidade da dormência, variando entre espécies e procedências (Azeredo et al., 2010).

Diante da predominância de pesquisas com abordagem estatística qualitativa para a superação da dormência de sementes florestais, torna-se essencial a modelagem da germinação em função de tratamentos de característica quantitativa (Lafeté et al., 2017). Métodos práticos, eficazes e menos onerosos para a superação da dormência de espécies nativas podem aumentar a germinação e favorecer o estabelecimento e produção de mudas (Coelho et al., 2010). Pesquisas realizadas em laboratórios permitem determinar condições adequadas para o crescimento do embrião e emissões de raízes e de parte aérea (Kondo et al., 2011). Deste modo, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito de tratamentos térmicos para superar a dormência de sementes de *Caesalpinia ferrea*.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram estabelecidas 25 árvores de *C. ferrea* para a coleta de frutos em fragmentos de Mata Atlântica, em área do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – *campus* de São João Evangelista (IFMG/SJE), em agosto de 2014. As árvores selecionadas apresentavam altura total de 5 a 10 m, diâmetro a 1,30 m do solo superior a 20 cm e nenhum sinal aparente de injúrias ocasionadas pelo ataque de insetos ou doenças. O clima da região de coleta dos frutos é do tipo temperado chuvoso-mesotérmico (com inverno seco e verão chuvoso), classificado como Cwa pelo sistema de Köppen. As médias anuais de temperatura e precipitação são de 20,2° C e 1.377 mm, respectivamente (Climate-data, 2019).

A coleta dos frutos foi manual e realizada sobre o solo, dispersos próximo às árvores selecionadas, restringindo-se àqueles em condição de maturidade fisiológica (coloração marrom-escura). Posteriormente, foram acondicionados em sacos de papel Kraft e conduzidos ao Laboratório de Sementes do IFMG/SJE, onde foi determinado o teor de umidade das sementes e sua respectiva triagem. O teor de umidade foi determinado pelo método da estufa a 105°C por 24 horas (Brasil, 2009), com quatro amostras de 25 unidades inteiras, ao passo que a triagem foi feita manualmente, isolando as sementes dos frutos e eliminando-se o material que possuía alguma atrofia ou injúria para obter maior pureza física dos lotes.

As sementes após a triagem foram desinfestadas com hipoclorito de sódio (NaClO), com 2,0% de cloro ativo, a 5,0% (v/v) durante três minutos, depois enxaguadas com água destilada e colocadas para secar durante dez minutos sobre papel toalha. Optou-se pelo NaClO devido à sua ação contra a proliferação bacteriana (Lafeté et al., 2019).

O experimento foi conduzido em câmara de germinação do tipo *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) com fotoperíodo de 16 horas e temperatura de 30°C. Adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro repetições de 25 sementes, sendo os tratamentos assim constituídos: T1) Testemunha – Imersão das sementes em água à temperatura ambiente (27°C); T2) Imersão das sementes em água aquecida a 70 ± 2°C; T3) Imersão das sementes em água aquecida a 80 ± 2°C; T4) Imersão das sementes em água aquecida a 90 ± 2°C e; T5) Imersão das sementes em água aquecida a 100 ± 2°C. Foi empregado o Banho Maria para o aquecimento de água deionizada. O tempo de imersão foi de 5 minutos. A unidade experimental foi constituída por 25 sementes. Esta quantidade foi definida conforme a capacidade da caixa gerbox (transparente, com dimensões de 11 × 11 × 3,5cm), recipiente empregado para a semeadura de *C. ferrea*.

Cada caixa gerbox foi previamente desinfestada com álcool etílico 70% (v/v) e preenchida com 200 cm³ de vermiculita expandida superfina. A semeadura foi feita sob a superfície do substrato umedecido. As caixas gerboxes foram fechadas com tampa própria, totalizando 20 unidades experimentais.

As avaliações foram realizadas diariamente até a contagem final e estabilização de todos os atributos estudados (vigésimo quarto dia), registrando-se o número de sementes embebidas (Emb), germinação (G, protrusão de radícula com pelo menos 1,0 cm de comprimento) e emissões de parte aérea (EPA, elevação de cotilédones foliáceos de coloração verde-clara) e de raízes laterais (ERL, raízes secundárias emitidas a partir da raiz principal). As sementes não embebidas foram consideradas duras, pois mantiveram o aspecto de recém semeadas. Calculou-se o índice de velocidade de germinação (IVG) conforme a fórmula de Maguire (1962):

$$IVG = \frac{G_1}{D_1} + \frac{G_2}{D_2} + \dots + \frac{G_n}{D_n}$$

Em que: G_1, G_2 e G_n = número de sementes germinadas na primeira, segunda, até a última contagem e; N_1, N_2 e N_n = número de dias desde a primeira, segunda, até a última contagem.

Os dados foram submetidos aos testes de normalidade de Lilliefors, homogeneidade por Cochran, análise de variância (teste F), regressão e teste *t*. Testaram-se modelos de regressão polinomial de primeiro e segundo grau pelo método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). A seleção do melhor modelo de regressão para as análises gráficas subsequentes se embasou na significância dos parâmetros pelo teste *t*, menor erro padrão da estimativa percentual (S_{yx} , %) e maior coeficiente de determinação ajustado (r^2).

Para diagnóstico de efeito estatístico, empregou-se 5 % de significância em todas as análises. Estas foram efetuadas com auxílio dos *softwares* Excel® e SISVAR (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A umidade de sementes pode variar em função de diferentes locais de coleta e os dados obtidos podem auxiliar na diferenciação de procedências de *C. ferrea*. O teor de umidade das sementes foi de $9,9 \pm 0,2\%$ e está dentro do intervalo de 5 a 20% de água, que é comum para a maioria das sementes ortodoxas (Lima et al., 2006). Estes resultados estão de acordo com o teor observado ($9,9 \pm 1,7\%$) para sementes de *C. ferrea* coletadas nos municípios de Januária-MG e Sete Lagoas-MG por Fonseca e Jacobi (2011). Por outro lado, Nascimento et al. (2014) verificaram um teor de 13,3% para o lote da mesma espécie, porém colhido em Areia – PB.

Todos os atributos avaliados apresentaram uma distribuição normal e variâncias homogêneas. As temperaturas de imersão das sementes resultaram em germinação e crescimento diferenciados de *C. ferrea*. O efeito estatístico significativo pelo teste F ($p \leq 0,05$) em nível de tratamento foi observado em todos os atributos avaliados, exceto para a emissão de raízes laterais (Tabela 1). A média e o desvio padrão deste atributo foram de 30,0 e 11,5%, respectivamente.

Tabela 1. Resumo da análise de variância dos atributos avaliados em sementes de *Caesalpinia férrea*.

Fontes de Variação	G.L.	Emb.	G	ERL	EPA	IVG
		Q. M.	Q. M.	Q. M.	Q. M.	Q. M.
Tratamentos	4	1065,2000*	783,2000*	280,0000 ^{ns}	741,2000*	1,0710*
Resíduo	15	94,1333	145,0667	92,8000	142,4000	0,2303
CV _{exp} (%)		21,7500	29,8100	32,1100	31,7400	32,5000

*($p \leq 0,05$); ^{ns}($p > 0,05$); CV_{exp} = coeficiente de variação experimental; Emb = sementes embebidas; G = germinação; ERL = emissão de raízes laterais; EPA = emissão de parte aérea e; IVG = índice de velocidade de germinação.

Os dados não possibilitaram o ajuste do modelo polinomial de segundo grau, apresentando parâmetros não significativos pelo teste t ($p > 0,05$). Apenas os coeficientes angulares das equações provenientes do ajuste do modelo polinomial de primeiro grau apresentaram significância estatística. Logo, o modelo linear simples foi novamente ajustado com intercepto nulo (Tabela 2). O comportamento linear e correspondência biunívoca foram observados no intervalo entre 27 e 100°C para todos os atributos, demonstrando a dependência da embebição, germinação, emissão de parte aérea e IVG quanto às variações de temperatura de imersão como tratamento pré-germinativo (Figura 1). Os coeficientes de determinação ajustados foram elevados (superior a 0,85) e os valores estimados pelas equações foram semelhantes aos observados conforme teste t ($p > 0,05$). Isto possui grande importância prática, pois as equações explicam parte expressiva da variabilidade dos atributos e podem ser utilizadas como ferramenta de apoio aos viveiristas na produção de mudas.

Tabela 2. Estatísticas dos ajustes realizados para a estimação dos atributos avaliados em sementes de *Caesalpinia ferrea* em função da temperatura de imersão como tratamento pré-germinativo.

Atributos	Bem	G	EPA	IVG
	Nulo	Nulo	Nulo	Nulo
	0,5949*	0,5367*	0,5022*	0,0197*
	0,8900	0,8600	0,8600	0,8600
S_{yx} (%)	12,1400	13,0500	12,5300	0,4800

*($p < 0,05$); “”, em que “y” representa a estimativa dos atributos avaliados em função da temperatura de imersão das sementes (“T”) em graus Célcius (°C); Emb = sementes embebidas; G = germinação; EPA = emissão de parte aérea e; IVG = índice de velocidade de germinação.

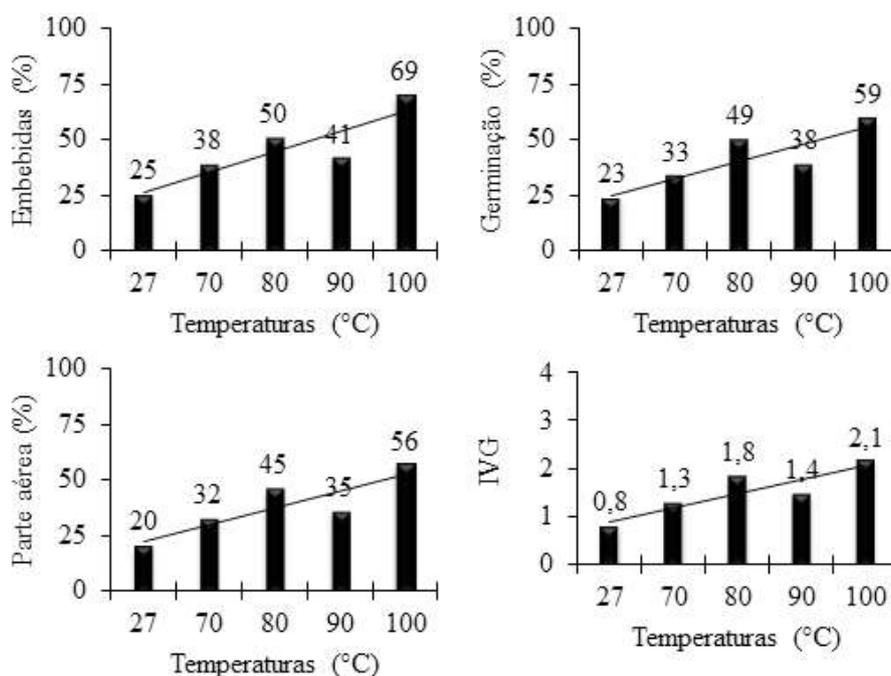


Figura 1. Representação gráfica dos atributos avaliados em sementes de *Caesalpinia ferrea*.

A análise de uma ampla variação entre tratamentos quantitativos permitiu modelar com precisão a superação da dormência de *C. ferrea*. A modelagem demonstrou potencialidade para melhor compreensão da germinação à medida que aumenta a temperatura de imersão de sementes como pré-tratamento. A dormência tegumentar das sementes foi comprovada face à dificuldade de embebição das sementes em água e, conseqüentemente, menor germinação no tratamento testemunha (Figura 1). Foi necessário o aumento da temperatura de imersão das sementes para favorecer a entrada de água e trocas gasosas entre ambiente e embrião. O tegumento impermeável das sementes pode ter oferecido uma resistência física ao crescimento do embrião, que permaneceu latente. Salienta-se que esta impermeabilização é máxima por ocasião da maturação fisiológica das sementes, momento em que se perde água e acumula matéria seca (Nakagawa et al., 2007; Martins et al., 2011). Ao considerar todos os tratamentos, 90,6% das sementes embebidas também germinaram.

A imersão das sementes em água aquecida a $100 \pm 2^\circ\text{C}$ por 5 minutos apresentou mais sementes embebidas (69,0%), germinadas (59,0%) e emissões de parte aérea (56,0%) na contagem final. Este tratamento apresentou o maior IVG (2,12), fornecendo indícios de uma germinação mais rápida e uniforme, além do desenvolvimento de plântulas vigorosas (Medeiros Filho et al., 2005). Segundo Scalon et al. (2011), maiores IVG's reduzem o tempo de permanência das mudas em viveiros, diminui custos, aumenta a qualidade das atividades florestais e viabiliza a comercialização.

A equação que evidenciou a reta mais inclinada foi a das sementes embebidas, seguida da germinação, emissão de parte aérea e IVG (Figura 1). Estes atributos tenderam ao aumento à medida que se elevou a temperatura de imersão. A embebição das sementes submetidas à temperatura de $100 \pm 2^\circ\text{C}$ iniciou no primeiro dia de contagem, seguida da germinação (quinto dia) e emissões de parte aérea (sétimo dia) e de raízes laterais (nono dia) (Figura 2). Aos 10 e 14 dias após a semeadura, a embebição e germinação se mantiveram estáveis em todos os tratamentos, respectivamente. As sementes do tratamento testemunha apresentaram uma germinação lenta e distribuída durante todo o período. Comportamento este, que foi similar ao observado por Coelho et al. (2010) para sementes de *C. ferrea*.

Os tratamentos térmicos foram eficientes para a superação da dormência tegumentar da espécie em estudo. Isso é relevante, pois são métodos de baixo custo, pouca laboriosidade e responsivos quanto à germinação (Lafeté et al., 2017). Para a propagação de *C. ferrea* em escala comercial, a escarificação do tegumento através da imersão das sementes em água aquecida a $100 \pm 2^\circ\text{C}$ por 5 minutos pode ser recomendada a fim de se otimizar sua germinação. Os resultados obtidos podem fornecer subsídios importantes para futuras pesquisas sobre a tecnologia de sementes e a produção de mudas de espécies florestais nativas. Ressalta-se a necessidade de mais estudos sobre a germinação desta espécie, visando complementar informações sobre sua propagação, que ainda não se encontra descrita nas Regras para Análise de Sementes – RAS (Brasil, 2009).

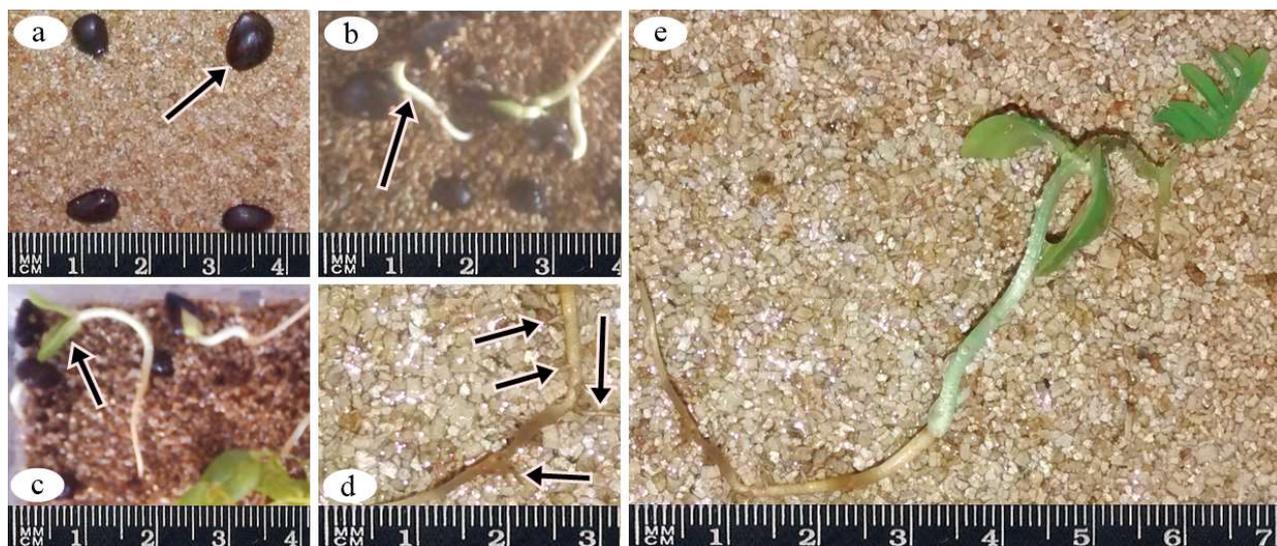


Figura 2. Etapas desde a embebição da semente até o desenvolvimento da plântula de *C. ferrea*. a – embebição após 1 dia; b – germinação (protrusão de radícula) após 5 dias; c – emissão de parte aérea após 7 dias; d – emissão de raízes laterais após 9 dias; e – plântula sadia após 24 dias.

CONCLUSÕES

A dormência das sementes de *C. ferrea* pode ser superada pela imersão em água aquecida como tratamento pré-germinativo.

A imersão das sementes em água aquecida a $100 \pm 2^\circ\text{C}$ por 5 minutos é eficiente para superar a dormência de *C. ferrea*.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFMG) - Campus de São João Evangelista-MG por todo apoio logístico e estrutural para a realização do presente trabalho.

REFERÊNCIAS

- AZEREDO, G. A. et al. 2010. Superação de dormência de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. **Revista Brasileira de Sementes**, 32(2):49-58.
- BRASIL. 2009. **Regras para análise de sementes**. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária, Brasília, DF: Mapa/ACS, 395p. Disponível em: <https://www.abrates.org.br/files/regras_analise_de_sementes.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2019.
- CLIMATE-DATA. 2019. São João Evangelista Clima (Brasil). Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/minas-gerais/sao-joao-evangelista-175926/>>. Acesso em: 20 dez. 2019.
- COELHO, M. F. B. et al. 2010. Superação da dormência tegumentar em sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart ex Tul. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, 5(1):74-79.
- FERREIRA, D. F. 2011. SISVAR: a computer analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, 35(6):1039-1042.
- FONSECA, N. G.; JACOBI, C. M. 2011. Desempenho germinativo da invasora *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. e comparação com *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. e *Caesalpinia pulcherrima* (L.) Sw. (Fabaceae). **Acta Botânica**

Brasília, 25(1):191-197.

KONDO, T. et al. 2011. Seed dormancy in *Trillium camschatcense* (Melanthiaceae) and the possible roles of light and temperature requirements for seed germination in forests. **American Journal of Botany**, 98(2):215-226.

LAFETÁ, B. O. et al. 2017. Biometria e superação da dormência em sementes de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. **Caderno de Ciências Agrárias**, 9(3):76-83.

LAFETÁ, B. O. et al. 2019. Fitotoxicidade do mercúrio sobre a qualidade fisiológica em sementes de saboneteira (*Sapindus saponaria* L.) submetidas à escarificação mecânica. **Caderno de Ciências Agrárias**, 11:1-6.

LIMA, J. D. et al. 2006. Efeito da temperatura e do substrato na germinação de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (Leguminosae, Caesalpinoideae). **Revista Árvore**, 30(4):513-518.

LIMA, M. L. S. et al. 2019. Germinação e vigor de sementes de *Caesalpinia férrea* Mart. ex Tul. var. *ferrea* submetidas a diferentes regimes de luz e temperaturas. **Ciência Florestal**, 29(3):1180-1186.

LORENZI, H. 2020. Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 8. ed. Nova Odessa: Plantarum, 384p.

MAGUIRE, J. D. 1962. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling and vigour. **Crop Science**, 2(2):176-177.

MARTINS, C. C.; ZUCARELI, C; COIMBRA, R. A. 2011. Procedimentos de colheita dos frutos na qualidade fisiológica de sementes de *Sapindus saponaria* Mart. **Semina**, 32(1):1825-1830.

MEDEIROS FILHO, S.; SILVA, M. A. P.; SANTOS FILHA, M. E. C. 2005. Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul var. *ferrea* em casa de vegetação e germinador. **Revista Ciência Agronômica**, 36(2):203-208.

NAKAGAWA, J. et al. 2007. Intensidade de dormência durante a maturação de sementes de Mucuna-Preta. **Revista Brasileira de Sementes**, 29(1):165-170.

NASCIMENTO, I. L.; MARACAJA, P. B.; SILVA, M. L. S. 2014. Emergência e crescimento inicial de plântulas de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. var. *leiostachya* Benth. em diferentes tipos de solos. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, 10(2):42-49.

OLIVEIRA, L. M. et al. 2012. Germinação e vigor de sementes de *Sapindus saponaria* L. submetidas a tratamentos pré-germinativos, temperaturas e substratos. **Ciência Rural**, 42(4):638-644.

PEREIRA, L. P. et al. 2016. Modulator effect of a polysaccharide-rich extract from *Caesalpinia ferrea* stem barks in rat cutaneous wound healing: Role of TNF- α , IL-1 β , NO, TGF- β . **Journal of Ethnopharmacology**, 187:213-223.

SANTANA, J. A. S. et al. 2011. Tecnologias de baixo custo para superação de dormência em sementes de *Caesalpinia ferrea* var. *ferrea* Mart. ex Tul. (pau ferro). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, 6(1):225-229.

SCALON, S. P. Q. et al. 2011. Germinação e crescimento de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. em diferentes substratos. **Revista Árvore**, 35(3):633-639.

SILVA, R. M. et al. 2017. Aspectos biométricos de frutos e sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. provenientes do semiárido baiano. **Revista de Agricultura Neotropical**, 4(3): 85-91.