

Utilização de Alta Temperatura para Quebra de Dormência Tegumentar de Sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong

Use of High Temperature to Break Integumentary Dormancy of Seeds of *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong

José Laurindo dos Santos Júnior^a; Alan Feitosa dos Santos Luz^a; Elizamar Ciriaco da Silva^{*a}

^aUniversidade Federal de Sergipe. SE, Brasil.

*E-mail: elizamar@academico.ufs.br

Resumo

A baixa produção de mudas dos representantes da família Fabaceae está relacionada à dormência tegumentar presente em suas sementes, característica que dificulta a entrada de água e, consequentemente, a germinação. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar a exposição à alta temperatura para a quebra de dormência de sementes e para o desenvolvimento inicial de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Fabaceae), conhecida como tamboril. Para tal, sementes da espécie-modelo, previamente desinfetadas, foram expostas a cinco tratamentos térmicos (0 – como controle positivo, 15, 30, 45 e 60 minutos, a 70°C) para avaliar os parâmetros germinativos e teor relativo de água perdido (TRAP) nas sementes. Após a germinação, as plântulas transplantadas e aclimatadas por 15 dias tiveram o crescimento vegetativo avaliado a partir das medições do diâmetro do caule, da altura das plantas e do número de folhas. Além disso, foi analisado o teor relativo de água (TRA) nas folhas e taxa de mortalidade de mudas. Termocondicionar as sementes de *E. contortisiliquum* aumentou significativamente os parâmetros germinativos, TRAP, o crescimento vegetativo, especialmente nas plântulas obtidas de sementes expostas por 45 e 60 minutos a 70°C. Não houve diferenças significativas para a taxa de mortalidade e o TRA das folhas. Conclui-se que a exposição à temperatura de 70°C por até 1 hora promove a germinação de sementes e a formação de plântulas normais de *E. contortisiliquum*, recomendando-se a exposição a 45 e 60 minutos como agentes para a quebra de dormência dessa espécie e produção de mudas.

Palavras-chave: Tamboril. Germinação. Crescimento. Teor Relativo de Água. Termocondicionamento.

Abstract

The low seedlings production of representatives of the Fabaceae family is related to tegumentary dormancy present in their seeds, a characteristic that makes it difficult for water absorption and, consequently, for germination. Thus, the aim of this work was to evaluate the exposure to high temperature for breaking seed dormancy and its influence on initial seedlings development of *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Fabaceae), known as monkfish. Seeds of the model species, previously disinfected, were exposed to five heat treatments (0 - as a positive control, 15, 30, 45 and 60 minutes at 70°C) to evaluate the germination parameters and relative water content lost (TRAP) in the seeds. After germination, seedlings transplanted and acclimatized for 15 days had their vegetative growth evaluated from measurements of stem diameter, plant height and number of leaves. In addition, the relative water content (TRA) in the leaves and the mortality rate of seedlings were analyzed. Thermoprimering *E. contortisiliquum* seeds significantly increased germination parameters, TRAP, and vegetative growth, especially in seedlings obtained from seeds exposed for 45 and 60 minutes at 70°C. There were no significant differences for the mortality rate and the TRA of the leaves. It is concluded that exposure to a temperature of 70°C for up to 1 hour promotes seed germination and the formation of normal seedlings of *E. contortisiliquum*, recommending exposure to 45 and 60 minutes as agents for breaking dormancy, and for seedling production to this species.

Keywords: Tamboril. Germination. Growth. Relate Water Content. Thermoprimering.

1 Introdução

Muitos representantes da família Fabaceae, especialmente espécies ocorrentes na Caatinga, têm seu estabelecimento e a dinâmica de permanência no ambiente dificultada em função da dormência tegumentar presente nas sementes, sua principal estrutura propagativa (MARQUES *et al.*, 2017; BEZERRA *et al.*, 2019; SILVA *et al.*, 2021). Essa dormência tegumentar causa uma impermeabilização devido a camadas hidrofóbicas, rigidez e a espessura do tegumento, o que pode dificultar a entrada de água e/ou à protrusão da radícula (PAIXÃO *et al.* 2021; SILVA *et al.*, 2021).

Existem diversos métodos para superar a dormência das

sementes (ABREU *et al.*, 2017; SANTOS JÚNIOR *et al.*, 2021; PAIXÃO *et al.* 2021). Porém, a eficácia de cada método dependerá de fatores como nível e tipo da dormência, origem das sementes e o tempo de exposição à técnica (ABREU *et al.*, 2017; SILVA *et al.*, 2021), sendo essencial a investigação de técnicas alternativas com potencial para superação de dormência das sementes (FAROOQ *et al.*, 2019).

O termocondicionamento é uma técnica pré-germinativa que expõe as sementes a diferentes temperaturas em tempos distintos (PAPARELLA *et al.*, 2015; FAROOQ *et al.*, 2019). Esse artifício, em sementes com dormência tegumentar, pode criar microfissuras no tegumento, auxiliando no influxo de

água aos tecidos embrionários e, dessa forma, promover a germinação (RAFAEL *et al.*, 2018; SANTANA *et al.*, 2019; SERRANO *et al.*, 2019). Porém, a depender do grau e do tempo de exposição, a alta temperatura pode causar danos ao embrião (FICHINO *et al.*, 2012; SANTANA *et al.*, 2019).

Trabalhos abordando as implicações do termocondicionamento na quebra de dormência de sementes e desenvolvimento inicial das plântulas são escassos. Por isso, faz-se necessário desenvolver estudos para entender os efeitos dessa técnica para produção de conhecimento que firme um novo estado dessas informações.

Neste contexto, a espécie vegetal *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. conhecida como tamboril ou orelha de negro, é uma representante da família Fabaceae com dormência tegumentar (RAMOS *et al.*, 2018) e substâncias hidrofóbicas na testa das sementes (COSTA *et al.*, 2012), tornando-a uma espécie-modelo alternativa para fornecer informações e subsídios tanto sobre ela quanto para outras espécies das leguminosas. Além disso, ela uma espécie pioneira, nativa do Brasil, de ocorrência no Cerrado, Caatinga e Mata Atlântica (LORENZI, 2002), tolerante à natureza limitante do semiárido (SILVA; NOGUEIRA, 2003; LÚCIO *et al.*, 2017). Não somente, ela é utilizada na recuperação de áreas degradadas, matas ciliares e locais com baixa fertilidade no solo (CARVALHO, 2003), devido ao seu rápido crescimento inicial associado à simbiose com bactérias diazotróficas através da nodulação (SOUZA *et al.*, 2016).

Trabalhos utilizando escarificação mecânica, química (MALAVASI; MALAVASI, 2004), luz e temperatura de 20-30°C constante (RAMOS *et al.*, 2018) já foram realizados com sementes de *E. contortisiliquum*. Porém, informações sobre a exposição de suas sementes a alta temperatura (50°C ou mais) ainda são inexistentes. Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a exposição à alta temperatura para a quebra de dormência de sementes e para o desenvolvimento inicial de mudas de *E. contortisiliquum*.

2 Material e Métodos

O estudo foi realizado no Laboratório de Fisiologia e Ecofisiologia Vegetal e na estufa agrícola da Universidade Federal de Sergipe (10°55'32"S, 37°06'08"W) em São Cristóvão, à leste do estado de Sergipe. Foram utilizadas sementes de tamboril (*Enterolobium contortisiliquum*), doadas pelo Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental (NEMA) da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), oriundas de área nativa de Caatinga do município de Brejo Santo, na região Sul do Estado do Ceará. Elas foram armazenadas em sacos plásticos até seu beneficiamento manual no laboratório. Para isso, foram pesadas e desinfetadas com hipoclorito de sódio (NaClO) a 2% por 60 segundos, enxaguadas em água corrente, seguida de enxague em água destilada e secas em papel absorvente por 72h a temperatura ambiente (25 °C) até a submissão ao termocondicionamento.

O conteúdo relativo de água (CRA) das sementes foi determinado previamente utilizando estufa de esterilização e secagem a 105 °C por 24 horas (BRASIL, 2009). Para tal, analisou-se o peso inicial e após 24h de secagem, de cinco repetições contendo 20 sementes, cujo resultado foi expresso em porcentagem. Essa mesma equação foi utilizada para estimar o conteúdo relativo de água perdida (CRAP) após o termocondicionamento. Transcorridas 72h de secagem, foi determinada a biomassa das sementes (g).

As sementes foram colocadas em placas de Petri contendo papel filtro e submetidas à temperatura de 70 °C em estufa de esterilização e secagem em tempo de exposição controlados. Foram utilizados cinco tratamentos térmicos como pré-germinativos (0 – como controle positivo, e exposição de 15, 30, 45 e 60 minutos como tratamentos térmicos), com cinco repetições contendo 20 sementes por tratamento. As placas de Petri continham duas folhas de papel filtro, esterilizadas previamente e umedecidas com 5 mL de água destilada, correspondendo a 2,5 vezes o peso do papel (BRASIL, 2009), cobertas com plástico filme e mantidas em condições de laboratório. A manutenção da umidade foi realizada quando necessário. Já a contagem da germinação foi diária, considerando a protrusão da radícula de dois milímetros como semente germinada. No segundo dia, após semeadura, ocorreu a primeira germinação, no tratamento com exposição a 60 minutos.

A temperatura utilizada como termocondicionante foi baseada na temperatura média do solo a 5-6 cm de profundidade, descrito por Rizzini (1976) e Fichino *et al.* (2016), que margeia 70 °C durante o verão ou pós-incêndios.

As sementes germinadas em placas de Petri foram transplantadas para recipientes plásticos contendo uma mistura de terra vegetal, esterco bovino e areia lavada (3:1:1 v/v) e os tratamentos foram diferenciados de acordo com o termocondicionamento aplicado. As plântulas permaneceram em aclimação por 15 dias na estufa agrícola e sob irrigação diária durante todo o período experimental. Após aclimação, o crescimento das plântulas foi avaliado semanalmente, durante 28 dias, através da mensuração da altura (cm), diâmetro de caule (mm) e da contagem do número de folhas para verificar a existência de anormalidades morfológicas, utilizando 10 repetições por tratamento, segundo metodologia de Benincasa (2003). Também foi avaliada a taxa de mortalidade (%M) das plântulas (n=20). Devido à baixa taxa de germinação do tratamento controle (apenas uma semente), este tratamento não foi utilizado nas análises morfológicas.

Ao final do período experimental (28 dias), também foram avaliados, o teor relativo de água das folhas (TRA) utilizando o peso da matéria fresca (PMF) dos folíolos coletados ao meio-dia, o peso da matéria túrgida (PMT) e seca (PMS) de seis discos de folíolos sem a nervura central. Sendo que, para isso, foram utilizadas quatro repetições por tratamento. O TRA foi expresso em porcentagem (%), utilizando a seguinte equação descrita em Weatherley *et al.* (1950): $TRA = (PMF - PMS) / (PMT - PMS) \times 100$.

Os parâmetros de germinação foram calculados no software GerminaQuant 1.0 (MARQUES *et al.*, 2015). Os dados de germinabilidade foram transformados em $\arcseno\sqrt{\%}$. Posteriormente, foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade dos dados, seguida da análise de variância (ANOVA) e, quando verificadas diferenças entre as médias, realizou-se o teste de Tukey. Para as análises dos parâmetros de crescimento das plântulas, empregou-se a regressão linear e construções dos gráficos. Para todas essas análises utilizou-se do software SigmaPlot 12.0.

3 Resultados e Discussão

O termocondicionamento incrementou significativamente os parâmetros germinativos das sementes de *E. contortisiliuuum*. Nesse aspecto, a exposição das sementes a 70 °C durante 15, 30, 45 minutos e, especialmente, 60 minutos, atuou como um agente de quebra de dormência, aumentando as taxas germinativas das sementes, a velocidade média de germinação, o índice de velocidade de emergência e o índice de sincronia de germinação (Quadro 1).

Quadro 1 - Valores médios da germinabilidade (%G), tempo médio de germinação (TMG), índice de velocidade de emergência (IVE), velocidade média de germinação (VMG) e índice de sincronia (IS) de sementes de *E. contortisiliuuum* termocondicionadas

Tratamento	%G*	TMG (dias ⁻¹)*	VMG (dias)*	Índice de Sincronia*	IVE*
C	1 c	1,30 b	0,03 b	0 b	0,03 b
15	33 b	8,11 a	0,14 a	0,17 a	0,82 a
30	53 ab	10,85 a	0,09 a	0,10 a	1,18 a
45	44 ab	9,10 a	0,11 a	0,10 a	1,05 a
60	65 a	9,71 a	0,10 a	0,12 a	1,47 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Fonte: Dados da pesquisa.

O índice de velocidade de emergência confirma os benefícios da técnica aplicada, uma vez que, quanto maior o valor obtido, maior a velocidade com que a germinação ocorreu e, conseqüentemente, maior o vigor do lote (BRASIL, 2009). Nesse sentido, a temperatura de 70 °C agiu como uma escarificação térmica, favorecendo a abertura de microfissuras no tegumento das sementes de *E. contortisiliuuum* que é rígida e impermeável, permitindo o aumento na absorção de água pelas sementes e a reidratação dos tecidos embrionários (RIZZINI, 1976; RAFAEL *et al.*, 2018; SANTANA *et al.*, 2019). Esse tratamento pode ter acelerado as atividades de enzimas nas sementes, o que aumentou sua atividade metabólica e, conseqüentemente, promoveu não apenas a germinação, mas também a uniformidade com que ela ocorreu (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; PAPARELLA *et al.*, 2015; SANTOS JÚNIOR *et al.*, 2021). Além disso, essa técnica permite uma redução no nível de proliferação de microrganismos como fungos, que são danosos às sementes, promovendo uma menor taxa de apodrecimento das mesmas (RIZZINI, 1976; PAIXÃO *et al.* 2021).

Segundo Rizzini (1976), existem espécies que se beneficiam com o aquecimento, denominadas de termófilas/pirófitas, e aquelas que são apenas termoresistentes. Ambas são privilegiadas em ambientes quentes, secos ou pós-incêndio, auxiliando na restituição do banco de sementes (FICHINO *et al.*, 2016). É importante salientar que as sementes têm a capacidade de germinar dentro de uma determinada faixa de temperatura, espécie-específica, mas o tempo necessário para se obter a porcentagem máxima de germinação é dependente da temperatura ótima (BEWLEY *et al.*, 2012). De acordo com Silva *et al.* (2014), a germinação das sementes de *E. contortisiliuuum* possui uma resposta exponencial em função do tempo de imersão em água fervente.

Resultados semelhantes foram encontrados por Rizzini (1976) que observou que termocondicionar sementes de *Magonia pubescens* A.St.-Hil. a 100 °C durante 10 minutos proporciona 100% de germinação, enquanto não termocondicionar permite 80%. Similarmente, Boscan (1967) observou que aquecer sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth a 90 °C por cinco minutos aumenta a taxa de germinação para 70%, enquanto o não aquecimento possibilita apenas 35%. Em outra pesquisa, Rafael *et al.* (2018) verificaram que a temperatura ideal para termocondicionar as sementes de *Ormosia arborea* (Vell.) Harms (Fabaceae) foi de 90 °C em tratamento combinado com escarificação química. Ao passo que Paixão *et al.* (2019) recomendaram o termocondicionamento de sementes de cacau (*Theobroma cacao* L.) a temperaturas de até 75 °C.

O conteúdo relativo de água total (CRAT) das sementes de *E. contortisiliuuum* foi, em média, 8,93% e a biomassa seca 14,06 g (Quadro 2). Após o termocondicionamento, a redução mais acentuada ocorreu nas sementes expostas à 70 °C por 60 minutos, reduzindo 35% do valor inicial, correspondente ao conteúdo relativo de água perdida (CRAP). Nos demais tratamentos, esse decréscimo ficou em torno de 22%. Esses resultados indicam que houve perda de água pelas sementes em comparação ao valor inicial e, conseqüentemente, evidencia o papel da exposição prévia a alta temperatura na abertura de microfissuras no tegumento rígido e espesso das sementes da espécie em questão.

Quadro 2 - Valores médios do conteúdo relativo de água perdida (CRAP), conteúdo relativo de água total (CRA) e biomassa das sementes de *E. contortisiliuuum* termocondicionadas

Tempo de Exposição (min)	CRAT (%)	CRAP (%)	Biomassa (g)
0	8,9317±0,516	0±0	14,06±0,246
15	-	23 ± 0,5 b	-
30	-	22 ± 0,5 b	-
45	-	21 ± 0,4 c	-
60	-	35 ± 1,1 a	-

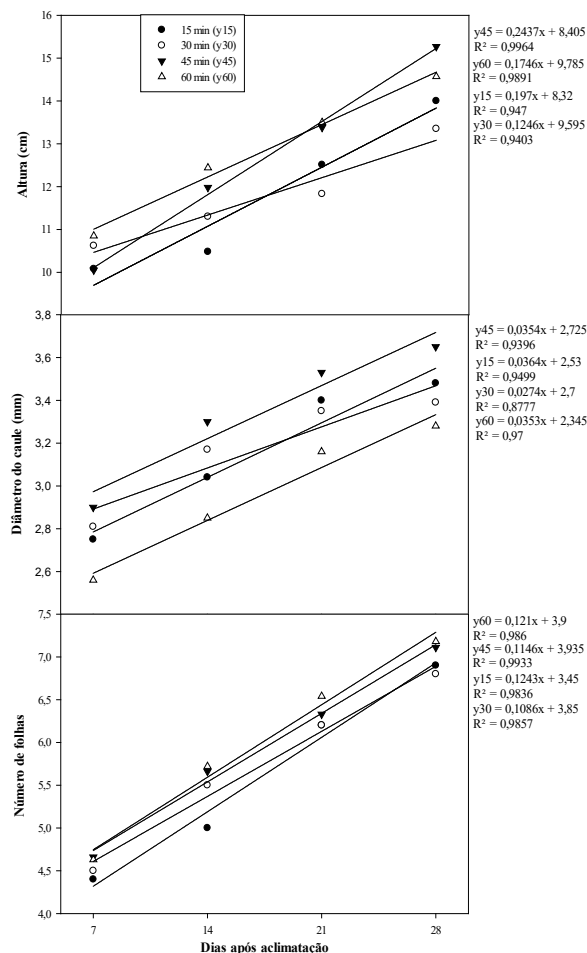
*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Fonte: Dados da pesquisa.

O crescimento vegetativo apresentou resposta linear,

conforme equações de regressão apresentadas na Figura 1. As mudas oriundas de sementes termocondicionadas, especialmente por 45 e 60 minutos a 70 °C tiveram um aumento significativo na altura, diâmetro do caule e número de folhas. Portanto, expor as sementes de *E. contortisiliuam* a 70° C durante os intervalos de tempos testados favoreceu o crescimento inicial das mudas.

Figura 1 - Crescimento em altura, diâmetro do caule e número de folhas de plântulas de *E. contortisiliuam* provenientes de sementes termocondicionadas à 70 °C em diferentes tempos



Fonte: Dados da pesquisa.

Esse maior crescimento vegetativo pode estar relacionado a uma emergência da plântula precoce por causa da redução da aderência e resistência do tegumento, proporcionado criação das microfissuras nas sementes (AKHGARI; KAVIANI, 2019; BUENO *et al.*, 2019; RAFAEL *et al.*, 2018). Além disso, sabe-se que precursores de crescimentos como aminoácidos de cadeia ramificada, tocoferóis, oligossacarídeos da família da rafinose (RFOs) (SANI *et al.*, 2015; SERRANO *et al.*, 2019; PAZZAGLIA *et al.*, 2022) e proteínas distintas (LING *et al.*, 2018) podem ter uma super indução da biossíntese, especialmente nas espécies que já possuem vantagens adaptativas em ambientes quentes e sazonalmente secos (PAPARELLA *et al.*, 2015; PAZZAGLIA *et al.*, 2022). No entanto, as informações disponíveis na literatura sobre o papel

do termocondicionamento no crescimento e do rendimento das plantas ainda são escassas (PAZZAGLIA *et al.*, 2022).

Diversos trabalhos mostram que plântulas de sementes termocondicionadas podem apresentar um aumento significativo do crescimento da parte aérea quando as sementes são aquecidas previamente, do que em condições normais (RIZZINI, 1976; MITTLER; FINKA; GOLOUBINOFF, 2012; WANG *et al.*, 2016; JESPERSEN, 2020). De forma geral, o metabolismo celular, a parede celular e as proteínas tendem a sofrer alterações devido à alta temperatura nas sementes, consequentemente, isso pode influenciar o crescimento (MITTLER; FINKA; GOLOUBINOFF, 2012; WANG *et al.*, 2016).

O termocondicionamento não influenciou o teor relativo de água (TRA) nas folhas das plântulas de *E. contortisiliuam* (Quadro 3). Porém, trata-se de uma característica essencial, pois, manter os tecidos hidratados, independente da condição do ambiente, permite a manutenção do metabolismo energético e, consequentemente, possibilita a continuidade dos ritmos de crescimento (MITTLER; FINKA; GOLOUBINOFF, 2012; WANG, 2016).

Quadro 3 - Taxa de mortalidade (%M) de plântulas e teor relativo de água (TRA) nas folhas de *E. contortisiliuam* providas de sementes termocondicionadas

Exposição (min)	%M	TRA (%)*
15	5	83,80±12,57 a
30	10	86,64±15,41 a
45	10	89,70±20,58 a
60	15	92,40±8,772 a

*Médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Tukey (P<0,05)

Fonte: Dados da pesquisa.

A taxa de mortalidade das plântulas após transplante foi considerada baixa, variando de 5 a 15% (Tabela 3) nas plântulas termocondicionadas por 15 e 60 minutos, respectivamente. Dessa forma, o termocondicionamento de sementes não promoveu alterações morfológicas capazes de limitar a formação normal das plântulas.

Esses achados corroboram com Rafael *et al.* (2018) que não observaram diferenças no desenvolvimento de *Ormosia Arborea* (Vell.) Harms (Fabaceae), provenientes de sementes termocondicionadas até 120 °C. De forma semelhante, a exposição de até 75°C nas sementes de *T. cacao* não causaram anormalidades nas mudas (PAIXÃO *et al.*, 2019). Não somente, Junglos *et al.* (2018) constataram que o tratamento térmico nas sementes não comprometeu a atividade fotoquímica do Fotossistema II no primeiro par de folhas de plântulas de *Randia armata* (Sw.) DC. (Rubiaceae), indicando que utilizar o termocondicionamento não compromete o desenvolvimento das plântulas.

Esses achados dão suporte ao observado no presente caso, especialmente ao fornecer informações e subsídios importantes para compreender melhor os efeitos da temperatura elevada sobre a germinação e crescimento da espécie em questão, bem

como algumas de suas respostas a esse fator ambiental.

Nesse contexto, determinar quais são as implicações de termocondicionar as sementes de *E. contortisiliquum* possibilitará indicar a melhor forma de obtenção de mudas com técnicas de baixo custo, de maneira a balancear o gerenciamento e usos das mesmas.

4 Conclusão

A exposição à temperatura de 70 °C por até 1 hora promove a germinação de sementes e a formação de plântulas normais de *E. contortisiliquum*.

Sugere-se a utilização de temperaturas elevadas (70 °C) por 45 e 60 minutos como método para a quebra de dormência tegumentar de sementes e produção de mudas de *E. contortisiliquum*.

Referências

ABREU, L.D.C.; PORTO, K.G.; NOGUEIRA, A.C. Métodos de Superação da Dormência e Substratos para Germinação de Sementes de *Tachigali vulgaris*. *Florestae Amb.*, v.24, p.2-10, 2017. doi: 10.1590/2179-8087.071814

AKHGARI, H.; KAVIANI, B. Effect of priming on seed and plantlet vigor of two cultivars of rice (*Oryza sativa* L.). *Seed Sci. Technol.*, v.8, n.2, p1-17. doi: 10.22034/ijst.2019.109014.1043

AZEREDO, G.A. *et al.* Germinação em sementes de espécies florestais da mata atlântica (Leguminosae) sob condições de casa de vegetação. *Pesq. Agropec. Trop.*, v.33, n.1, p.11-16, 2007.

BEZERRA, A.C. *et al.* Qualidade física, fisiológica e anatomia do tegumento de Fabaceae. *Meio Amb. (Brasil)*, v.1, n.2, 2020.

BEADLE, N.C.V. Soil temperature during forest fires and their effect on the survival of vegetation. *J. Ecol.*, v.28, n.1, p.180-192, 1940. doi: 10.2307/2256168

BEWLEY, J. D. *et al.* Seeds: physiology of development, germination and dormancy. *Springer Science & Business Media*, 2012.

BOSCAN, V.C.G. Efectos del fuego sobre la reproduccion de algunas plantas de los llanos de Venezuela. *Boi. Soc. Venez. Cienc. Nat.*, v.111, p.70-103, 1967.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Regras para análise de sementes*. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa, 2009.

BENINCASA, M.M.P. Análise de crescimento de plantas: noções básicas. Jaboticabal: FUNEP, 2003.

BUENO, A.M. *et al.* Influência do tratamento térmico e regime de luz e temperatura na germinação de sementes de ipê-verde (*Cybistax antisyphilitica*). *Renefara*, v.14, n.2, p.39-45, 2019.

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

CARVALHO, P.E.R. *Espécies Arbóreas Brasileiras*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica: Colombo: Embrapa Florestas, 2003.

COSTA, T.G. *et al.* Lignina e a dormência em sementes de três espécies de leguminosas florestais da Mata Atlântica. *Floresta Amb.*, v.18, n.2, p.204-209, 2012. doi: 10.4322/loram.2011.039

FAROOQ, M. *et al.* Seed priming in field crops: Potential benefits, adoption and challenges. *Crop Pasture Sci.*, v.70, n.9, p.731-771, 2019. doi: 10.1071/CP18604

FERRAZ, D.; RAMALHO, W.P.; VALE, L.S.R. Methods for overcoming dormancy and seed storage of *Enterolobium contortisiliquum*. *Acta Sci. Agron.*, v.41, p.1-8, 2019. doi: 10.4025/actasciagr.4111.42602

FICHINO, B. *et al.* Efeitos de altas temperaturas na germinação de sementes de capim-dourado (*Syngonanthus nitens* (Bong.) Ruhland, Eriocaulaceae): implicações para o manejo. *Acta Bot. Bras.*, v.26, n.2, p.508-511, 2012. doi: 10.1590/S0102-33062012000200026

FICHINO, B. S. *et al.* Does fire trigger seed germination in the neotropical savannas? Experimental tests with six cerrado species. *Biotropica*, v.48, n.2, p.181-187, 2016. doi: 10.1111/btp.12276

JESPERSEN, D. *Heat shock induced stress tolerance in plants: physiological, biochemical, and molecular mechanisms of acquired tolerance*. Priming-Mediated Stress and Cross-Stress Tolerance in Crop Plants. *Academic Press*, v.1, p.161-174, 2020. doi: 10.1016/B978-0-12-817892-8.00010-6

JUNGLOS, F. S.; *et al.* Germinação de sementes e emissão de fluorescência da clorofila-a em plantas de *Randia armata* (Sw.) DC. (Rubiaceae) provenientes de choque térmico. *Cad. Agroecol.*, v.13, n.2, 2018.

LEÃO-ARAÚJO, E.F. *et al.* Embebição e emissão da raiz primária de sementes de *Campomanesia adamantium* em função da temperatura. *Rev. Ciênc. Agrá.*, v.42, n.2, p.111-120, 2019. doi: 10.19084/rca.15654

LORENZI, H. *Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil*. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002.

LÚCIO, D.M. *et al.* Differences in water deficit adaptation during early growth of brazilian dry forest Caatinga trees. *Agricul. Forestry*, v.63, n.2, p.59-68, 2017. doi: 10.17707/AgricultForest.63.2.05

MALAVASI, U.C.; MALAVASI, M.M. Dormancy breaking and germination of *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong seed. *Braz. Arch. Biol. Technol.*, v.47, n.6, p.851-854, 2004.

MARQUES, A.C.A.; PINTO JUNIOR, O.B.; VIEIRA, V.L.L. Avaliação de tratamentos de superação de dormência em sementes do *Delonix regia* (Boger ex Hook.) Raf coletadas no Horto Florestal Tote Garcia, Cuiabá, Mato Grosso. *Ensaios Ciênc.*, v.21, n.1, p.48-51, 2017. doi: 10.17921/1415-6938.2017v21n1p48-51

MITTLER, R.; FINKA, A.; GOLOUBINOFF, P. How do plants feel the heat?. *Trends Biochem Sci.*, v.37, n.3, p.118-125, 2012. doi: 10.1016/j.tibs.2011.11.007

PAIXÃO, M.V.S. *et al.* Pre germinating treatments on germination of *Cocoa* seeds. *Int. J. Adv. Engin. Res. Sci.*, v.6, n.6, p.130-134, 2019. doi: 10.22161/ijaers.6.6.13

PAIXÃO, M.V.S. *et al.* Tratamentos pré-germinativos na emergência e desenvolvimento inicial de plântulas de graviola. *Ensaios Ciênc.*, v.25, n.1, p.72-76, 2021. doi: 10.17921/1415-6938.2021v25n1p72-76

PAPARELLA, S. *et al.* Seed priming: state of the art and new perspectives. *Plant Cell Reports*, v.34, n.8, p.1281-1293, 2015. doi: 10.1007/s00299-015-1784-y

PAZZAGLIA, J. *et al.* Thermo-priming increases heat-stress tolerance in seedlings of the Mediterranean seagrass *P. oceanica*. *Marine Poll. Bull.*, v.174, p.113164, 2022. doi: 10.1016/j.marpolbul.2021.113164

RAFAEL, M. W. M. *et al.* O papel de altas temperaturas na superação de dormência de sementes de *Ormosia Arborea* (Vell.) Harms (Fabaceae). *Cad. Agroecol.*, v.13, n.2, p.1-5, 2018.

- RAMOS, M.G.C. *et al.* Efeito da luz e temperatura na germinação de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.). *Rev. Ciênc. Agríc.*, v.16, p.59-63, 2018. doi: 10.28998/rca.v16i0.6598
- RIZZINI, C. T. Influência da temperatura sobre a germinação de diásporos do cerrado. *Rodriguésia*, v.28, n.41, p.341-383, 1976.
- SANTANA, T.F. *et al.* Influência do fogo na germinação de três espécies do bioma Cerrado. *Biodiversidade*, v. 18, n. 1, 2019.
- SANTOS JÚNIOR, J.L.; FREITAS, R.S.; SILVA, E.C. Discontinuous hydration improves germination and drought tolerance in *Annona squamosa* seedlings. *Res. Soc. Develop.*, v.10, n.3, p.e56710313706, 2021. doi: 10.33448/rsd-v10i3.13706.
- SANI, B.; JODAEIAN, V. The Role of Thermo Priming on Improving Seedling Production Technology (Ispt) in Soybean [*Glycine max* (L.) Merrill] Seeds. *Int. J. Agricul. Biosystems Engin.*, v.9, n.7, p.753-756, 2015.
- SERRANO, N. *et al.* Thermoprimering reprograms metabolic homeostasis to confer heat tolerance. *Scie. Reports*, v.9, n.1, p.1-14, 2019. doi: 10.1038/s41598-018-36484-
- SILVA, A.D.P. *et al.* Tratamentos para superação de dormência em sementes de *Enterolobium contortisiliquum*, Vell., Morong. *Rev. Verde Agroecol. Desenvol. Sust.*, v.9, n.2, p.31, 2014.
- SILVA, B.R.S. *et al.* Germinação e alterações anatômicas em sementes de *Erythrina velutina* Willd. escarificadas com ácido sulfúrico (H₂SO₄). *Braz. J. Develop.*, v.7, n.1, p.11092-11106, 2021. doi: 10.34117/bjdv7n1-759
- SILVA, E.C.; NOGUEIRA, R.J.M.C. Crescimento de quatro espécies lenhosas cultivadas sob estresse hídrico em casa-de-vegetação. *Rev. Ceres*, v.5, n.288, p.203-217, 2003.
- SOUSA, L.B. *et al.* Germinação, crescimento e nodulação natural de *Enterolobium contortisiliquum* em substratos regionais. *Rev. Bras. Agroecol.*, v.11, n.4, 2016.
- WANG, X. *et al.* Heat priming induces trans-generational tolerance to high temperature stress in wheat. *Front Plant Sci.*, v.7, p.1-12, 2016. doi: 10.3389/fpls.2016.00501
- WEATHERLEY, P.E. Studies in the water relations of the cotton plant I: the field measurements of water deficits in leaves. *New Phytologist*, v.49, n.1, p.81-97, 1950. doi:10.1111/j.1469-8137.1950.tb05146.