



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AMBIENTE, TECNOLOGIA E  
SOCIEDADE  
MESTRADO EM AMBIENTE, TECNOLOGIA E SOCIEDADE

JULIANA HOLANDA MAIA

ECOFISIOLOGIA DE SEMENTES DE *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong

MOSSORÓ

2022

JULIANA HOLANDA MAIA

ECOFISIOLOGIA DE SEMENTES DE *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ambiente, Tecnologia e Sociedade da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Ambiente, Tecnologia e Sociedade.

Linha de Pesquisa: Desenvolvimento e Sustentabilidade de Organizações e Comunidades no Semiárido

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Clarisse Pereira Benedito

Coorientador: Prof. Dr. Salvador Barros Torres

MOSSORÓ

2022

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

Holanda Maia, Juliana.  
ECOFISIOLOGIA DE SEMENTES DE *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong / Juliana Holanda Maia. - 2022. 42 f. : il.

Orientadora: Clarisse Pereira Benedito.

Coorientador: Salvador Barros Torres.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em Ambiente, Tecnologia e Sociedade, 2022.

1. Fabaceae. 2. Timbaúba. 3. Análise de Sementes. 4. Salinidade. 5. Condicionamento de sementes. I. Pereira Benedito, Clarisse, orient. II. Barros Torres, Salvador, co-orient. III. Título

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade com AACR2 e os dados fornecidos pelo) autor(a). Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva CRB: 15/120 O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade. .

JULIANA HOLANDA MAIA

ECOFISIOLOGIA DE SEMENTES DE *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ambiente, Tecnologia e Sociedade da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Ambiente, Tecnologia e Sociedade.

Linha de Pesquisa: Desenvolvimento e Sustentabilidade de Organizações e Comunidades no Semiárido

Defendida em: 31 /01 / 2022.

BANCA EXAMINADORA

*Clarisse Pereira Benedito*

Prof.<sup>a</sup> Dra. Clarisse Pereira Benedito (UFERSA)  
Presidente

*Salvador Barros Torres*

Prof. Dr. Salvador Barros Torres (EMPARN/UFERSA)  
Membro Examinador

*Maria Clarette Ribeiro*

Prof.<sup>a</sup> Dra. Maria Clarette Cardoso Ribeiro (UNILAB)  
Membro Examinador Externo

*Rudah Marques Maniçoba*

Dr. Rudah Marques Maniçoba (IQUAMA)  
Membro Examinador Externo

## **AGRADECIMENTOS**

A Universidade Federal Rural do Semi-Árido pela oportunidade de cursar o mestrado.

Agradeço a professora Clarisse Pereira Benedito por aceitar me orientar em meio a confusão que foi o início da pós-graduação, pela paciência e por não ter me deixado desistir.

Agradeço ao meu amigo Linco Tomaz por, mais uma vez, ser apoio e incentivo no que se refere aos estudos.

A banca examinadora pelas contribuições.

## RESUMO

Holanda Maia, Juliana. **Ecofisiologia de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong**. 2022. 38f. Dissertação (Mestrado em Ambiente, Tecnologia e Sociedade) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, RN, 2022.

*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong, mais conhecida como timbaúba, é uma espécie nativa do Brasil com grande importância econômica, social e ambiental. Este trabalho teve como objetivo avaliar a presença de dormência após o armazenamento das sementes e os métodos de superação, além do efeito de diferentes temperaturas e do condicionamento fisiológico em sementes submetidas ao estresse salino. Para isso, foram realizados três experimentos, sendo o primeiro com três tratamentos para superação de dormência (escarificação em lixa n. 80, ácido sulfúrico por 60 minutos e testemunha) em dois lotes de sementes de timbaúba coletados nos anos de 2014 (seis anos após colhido) e 2015 (cinco anos após colhido), acondicionados em garrafas de plástico e armazenados em ambiente controlado (17°C; 40% UR) até a realização do experimento. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x3 (lotes x métodos de superação de dormência), com quatro repetições de 25 sementes. A germinação das sementes foi avaliada aos 14 dias. No segundo experimento, as sementes previamente escarificadas, foram semeadas em substrato tipo rolo de papel, acondicionadas em sacos plásticos e colocadas em estufa de germinação sob as temperaturas de 20, 25, 30 e 35°C com fotoperíodo de 8 horas. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições de 25 sementes. Avaliou-se a primeira contagem, germinação, comprimentos da parte aérea e raiz, massa seca da parte aérea e raiz. O terceiro experimento foi dividido em duas etapas: a primeira foi a caracterização da curva de absorção de água pelas sementes de timbaúba em diferentes potenciais hídricos. A segunda, etapa realizou-se em delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 4, sendo quatro tipos de condicionamento das sementes (hidrocondicionamento por 48h, osmocondicionamento a -0,4 MPa por 72h, osmocondicionamento a -0,8 MPa por 96h e sementes não-condicionadas) em quatro níveis de salinidade (0; 6; 12 e 18dS.m<sup>-1</sup>) simulado com soluções de cloreto de sódio, com quatro repetições de 25 sementes. Não foi observada redução da intensidade de dormência dos lotes armazenados (2014 e 2015), sendo necessário realizar a superação de dormência para uma germinação mais rápida e uniforme. O ácido sulfúrico por 60 minutos e a escarificação em lixa são eficientes na superação de dormência de sementes de timbaúba. A germinação das sementes de timbaúba é favorecida pelas temperaturas de 20, 25, 30 e 35°C, porém, o crescimento das raízes das plântulas é prejudicado a 35°C. O aumento da salinidade não afetou a germinação das sementes, porém prejudicou o crescimento das plântulas, principalmente das sementes sem condicionamento.

**Palavras-chave:** Fabaceae. Timbaúba. Análise de Sementes. Salinidade. Condicionamento de sementes.

## ABSTRACT

Holanda Maia, Juliana. **Ecophysiology of seeds of *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong**. 2022. 38f. Dissertation (Master's degree in Environment, Technology and Society). Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, RN, 2022.

*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong, better known as timbaúba, is a species native to Brazil with great economic, social and environmental importance. This study aimed to evaluate the presence of dormancy after seed storage and overcoming methods, in addition to the effect of different temperatures and physiological conditioning in seeds submitted to saline stress. For this, three experiments were carried out, the first with three treatments for overcoming dormancy (scarification in sandpaper n. 80, sulfuric acid for 60 minutes and control) in two lots of timbaúba seeds collected in the years 2014 (six years after harvest) and 2015 (five years after harvest), conused in plastic bottles and stored in a controlled environment (17°C; 40% RH) until the experiment. The experimental design was completely randomized in a 2x3 factorial scheme (lots x dormancy overcoming methods), with four replications of 25 seeds. Seed germination was evaluated at 14 days. In the second experiment, the seeds previously scarified were soed in paper roll substrate, packed in plastic bags and placed in a germination oven at temperatures of 20, 25, 30 and 35°C with a photoperiod of 8 hours. The experimental design was completely randomized, with four replicates of 25 seeds. The first count, germination, shoot and root lengths, shoot dry mass and root mass were evaluated. The third experiment was divided into two steps: the first was the characterization dthe water absorption curve by timbaúba seeds in different water potentials. The second, stage held up in a completely randomized experimental design in a factorial scheme 4 x 4, four types of seed conditioning being (hydroconditioning by 48h, osmoconditioning the -0,4 MPa by 72h, osmoconditioning the -0.8 MPa by 96h and nonconditioned seeds) in four salinity levels (0; 6; 12 and 18dS.m<sup>-1</sup>) simulated with sodium chloride solutions, with four replications of 25 seeds. There was no reduction in dormancy intensity of stored lots (2014 and 2015), and dormancy was overcome for faster and more uniform germination. Sulfuric acid for 60 minutes and scarification in sandpaper are efficient in overcoming dormancy of timbaúba seeds. The germination of timbaúba seeds is favored by the temperatures of 20, 25, 30 and 35°C, however, the growth of seedling roots is impaired at 35°C. The increase in salinity did not affect seed germination, but impaired seedling growth, especially unconditioned seeds.

**Keywords:** Fabaceae. Timbaúba. Seeds analysis. Salinity. Priming.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Germinação (%) de dois lotes sementes de timbaúba (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.) armazenadas, submetidas a diferentes métodos de superação de dormência ..... 21
- Figura 2 – Médias da primeira contagem (A), germinação (B), comprimento da parte aérea (C), comprimento de raiz (D), massa seca da parte aérea (E) e massa seca de raiz (F) de plântulas de timbaúba (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.) sob diferentes temperaturas ..... 24
- Figura 3 – Curvas de embebição em sementes de timbaúba (*Enterolobium contortisiliquum* Vell. Morong.) postas em substrato umedecido com água destilada (A), solução de manitol -0,4 MPa (B) e solução de manitol -0,8 MPa (C) a 20°C ..... 26
- Figura 4 – Comprimentos da parte aérea (A) e da raiz (B) de plântulas de timbaúba (*Enterolobium contortisiliquum*) em função de diferentes de tipos de condicionamentos fisiológicos das sementes submetidas ao estresse salino ... 28
- Figura 5 – Efeito isolado da salinidade sobre a massa seca da parte aérea (A) e massa seca da raiz (B) de plântulas de timbaúba (*Enterolobium contortisiliquum*) ..... 30



## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Resumo da análise de variância de lotes armazenados de timbaúba (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.) submetidos a diferentes métodos de superação de dormência ..... 21
- Tabela 2 – Resumo da análise de variância para germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca de raiz (MSR) de plântulas de timbaúba (*Enterolobium contortisiliquum*) em função de diferentes de tipos de condicionamentos fisiológicos das sementes submetidas ao estresse salino ..... 27
- Tabela 3 – Efeito isolado dos condicionamentos sobre o índice de velocidade de germinação (IVG), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca de raiz (MSR) de plântulas de timbaúba (*Enterolobium contortisiliquum*) em função de diferentes de tipos de condicionamento fisiológico das sementes submetidas ao estresse salino ..... 29

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>11</b>
<b>2.1</b>	<i>Enterlobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong .....	<b>11</b>
<b>2.2</b>	Dormência de sementes .....	<b>12</b>
<b>2.3</b>	Temperatura .....	<b>12</b>
<b>2.4</b>	Estresse salino .....	<b>13</b>
<b>2.5</b>	Condicionamento fisiológico .....	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>17</b>
<b>3.1</b>	Experimento I - Superação de dormência em sementes armazenadas de timbaúba .....	<b>17</b>
<b>3.2</b>	Experimento II - Temperaturas na germinação e vigor de sementes de timbaúba .....	<b>17</b>
<b>3.3</b>	Experimento III - Estresse salino em sementes de timbaúba pré-condicionadas .....	<b>18</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>20</b>
<b>4.1</b>	Experimento I - Superação de dormência em sementes armazenadas de timbaúba.....	<b>20</b>
<b>4.2</b>	Experimento II - Temperaturas na germinação e vigor de sementes de timbaúba.....	<b>23</b>
<b>4.3</b>	Experimento III - Estresse salino em sementes de timbaúba pré- condicionadas .....	<b>25</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>30</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>31</b>

## 1 INTRODUÇÃO

*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong é uma árvore de origem brasileira conhecida popularmente como tamboril, orelha-de-macaco ou timbaúba, pertence à família Fabaceae, possui crescimento rápido e porte elevado, podendo atingir até 35 m de altura (LORENZI, 2013). Possui diversas utilidades, destacando-se como ornamental e na recuperação de áreas degradadas (CALAZANS et al., 2020). Seus frutos são utilizados para fabricação de produtos naturais e cosméticos devido a presença de saponina. Sua madeira é usada na fabricação de móveis e brinquedos (SALOMÓN et al., 2020). As sementes dessa espécie apresentam dormência do tipo tegumentar.

Estudos sobre a ecofisiologia das sementes são importantes para compreender os mecanismos de adaptação e os limites de tolerância das espécies às condições naturais, pois determinam seu potencial uso em recuperação de áreas degradadas (CARVALHO et al., 2020). Um dos processos fisiológicos mais importantes para a recuperação de áreas e perpetuação das espécies vegetais é a germinação de sementes. A partir do início da aquisição de água, as sementes reativam seu metabolismo basal, utilizam suas reservas energéticas estocadas e realizam vários processos metabólicos durante a embebição que juntos resultam na germinação (MARCOS-FILHO, 2015).

No entanto, a multiplicação de espécies nativas é, muitas vezes, limitada pela ocorrência de dormência nas sementes, dificultando a sua germinação e, conseqüentemente, retardando a recuperação da floresta de forma natural (FIGLIOLIA, 2015). Sementes de timbaúba apresentam dormência do tipo tegumentar, sendo necessário utilizar métodos para superá-la. A dormência das sementes, independente de sua causa, apresenta profundidade inversamente proporcional à sua idade, ou seja, é mais intensa em sementes recém-colhidas. A dormência pode persistir durante períodos relativamente curtos ou se estender por vários anos, mas a tendência normal é a superação gradativa à medida que a semente “envelhece” (MARCOS-FILHO, 2015). Geralmente as pesquisas com superação de dormência de sementes florestais são feitas com sementes recém-colhidas, com poucas informações sobre a intensidade de dormência, principalmente nas armazenadas.

Os principais fatores externos que influenciam o processo germinativo são: água, temperatura e oxigênio. Dentre esses, a água exerce a mais determinante influência, pois da absorção de água resulta a reidratação dos tecidos com a conseqüente intensificação da respiração e de todas as outras atividades metabólicas, que culminam com o

fornecimento de energia e nutrientes necessários para retomada do crescimento embrionário (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

A velocidade de absorção de água pela semente varia de acordo com características da espécie ou cultivar, composição química, teor de água e constituição do tegumento da semente, além de fatores ambientais. Deste modo, há grande importância nos estudos que visam à caracterização da curva de absorção de água pelas sementes, principalmente para espécies arbóreas florestais, visto que, auxiliam na germinação e na determinação da dormência tegumentar dessas sementes (FARIAS et al., 2019), além de determinar o período necessário para tratamentos pré-germinativos com o uso de reguladores vegetais, condicionamento osmótico e pré-hidratação.

Em regiões áridas e semiáridas, nem sempre a qualidade da água de irrigação utilizada ou as características dos solos relacionadas à quantidade de sais favorecem a germinação e desenvolvimento das plantas (SALES et al., 2015). Os principais efeitos do excesso de sais nos solos ou na água de irrigação sobre o desempenho germinativo são bem conhecidos em muitas espécies, provocando especialmente a diminuição da germinação e do vigor das sementes, cujo limite de tolerância é variável de acordo com a espécie (SILVA et al., 2019).

O excesso de sais, também pode provocar efeito tóxico ao embrião da semente, ocasionando sua morte. Nesse contexto, estudos que avaliem os efeitos da salinidade sobre a germinação de sementes são fundamentais para que se compreenda o estabelecimento de espécies vegetais em ambientes salinizados e/ou com pouca água disponível no solo, possibilitando a sobrevivência e garantindo a perpetuação destas espécies em diferentes ambientes (SANTOS et al., 2016).

Diversos estudos têm sido realizados buscando técnicas com a finalidade de recuperar e manter o poder germinativo das sementes quando expostas a condições de estresses abióticos. Dentre estes, destaca-se o condicionamento fisiológico, que consiste na embebição controlada das sementes, permitindo ativar seu metabolismo sem ocorrer a protrusão radicular ou a perda de tolerância à dessecação (IBRAHIM, 2015). Dentre os principais tipos de condicionamento, destacam-se o hidrocondicionamento, que consiste na exposição das sementes à água, geralmente do tipo destilada; e o osmocondicionamento, que é a exposição das sementes a soluções de potencial osmótico conhecido, como polietilenoglicol, manitol ou sais orgânicos.

Pesquisas têm comprovado que o condicionamento fisiológico promove o aumento na velocidade de germinação das sementes e na emergência das plântulas,

permitindo uma germinação mais rápida e uniforme, além de aumentar a tolerância destas em condições adversas (CARDOSO et al., 2012). Grande parte dessas pesquisas é realizada com espécies de hortaliças, grandes culturas e flores, no entanto, há poucas informações para as sementes de espécies florestais.

Portanto, objetivou-se avaliar em sementes de timbaúba: a) a presença de dormência em sementes armazenadas e a eficiência de diferentes métodos de superação de dormência; b) a germinação e o vigor de sementes submetidas a diferentes temperaturas; c) os efeitos do condicionamento fisiológico por meio da germinação e vigor, sob estresse salino.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 *Enterlobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.

Árvore de origem brasileira pertencente à família Fabaceae (Mimosoideae), popularmente conhecida como tamboril, orelha-de-negro ou timbaúba (LORENZI, 2013). É considerada ornamental e sua madeira pode ser utilizada em serrarias, na fabricação de móveis, construção naval e civil. Nos últimos anos a exploração excessiva dessa espécie tem contribuído para a diminuição das populações naturais (LOZANO et al., 2016; SANTOS; SANTOS 2010).

O fruto é do tipo folículo, simples, seco, deiscente, polispérmico (variando de 9 a 14 sementes), glabro, de formato linear-ondulado. O comprimento médio é de 29,75 cm (variando de 13,5 a 39,5 cm), largura média de 2,26 cm (variando de 2,03 a 2,44 cm) e espessura média de 0,34 cm (variando de 0,16 a 0,46 cm). As sementes são estenospérmicas, achatadas e oblongas; apresenta comprimento médio de 1,35 cm  $\pm$  0,127 (variando de 1,05 a 1,64 cm), largura média de 0,95 cm  $\pm$  0,093 (variando de 0,64 a 1,10 cm) e espessura média de 0,66 cm  $\pm$  0,076 (variando de 0,50 a 0,83 cm). A testa é lisa, córnea, bicolor, glabra, pouco polida a opaca, variando entre marrom-escuro a preta. Funiculo longo, amarelado e espiralado. Hilo basal, circular, heterócromo, de coloração clara. Micrópila basal, circular e de coloração clara (BARRETO; FERREIRA, 2011).

*E. contortisiliquum* apresenta elevada probabilidade de estabelecimento em diferentes habitats e sobrevive em condições de luz distintas. Assim, devido a sua flexibilidade, a espécie é bastante indicada para uso em programas de reflorestamento, recuperação de áreas degradadas e áreas de preservação permanente (SOUZA et al., 2017). Torres et al. (2020) concluíram que a longevidade das sementes de *E.*

*contortisiliquum* sob condições de armazenamento controladas ( $6\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; 60% UR) permite sua conservação *ex situ* por até dez anos.

## 2.2 Dormência de sementes

Algumas sementes, mesmo possuindo as condições ambientais adequadas não conseguem germinar, devido apresentarem algum tipo de dormência, geralmente comum em sementes de espécies florestais, como é o caso das de timbaúba que possui dormência do tipo tegumentar. A dormência da semente é estabelecida durante o amadurecimento, cujo nível de dormência aumenta gradualmente e atinge o máximo em sementes recém-amadurecidas (YAN; CHEN, 2020).

Para a superação de dormência do tipo tegumentar, no geral, os métodos mais indicados são: escarificação mecânica com uso de lixa, escarificação química com ácidos e tratamentos físicos com uso de frio e calor. De acordo com Brasil (2013) a escarificação do tegumento em sementes com lixa é o método recomendado para superação de dormência para sementes de timbaúba, porém, este método torna-se inviável quando se tem uma maior quantidade de sementes, sendo necessário buscar alternativas.

A eficiência de cada método de superação de dormência pode variar entre as espécies. Nesse sentido, a escarificação com lixa foi eficiente na superação de dormência em sementes de *Delonix regia* (OLIVEIRA et al., 2018), entretanto, não apresentou resultados satisfatórios para sementes de *Garcinia gardneriana* (ROCHA et al., 2018). A escarificação química foi indicada para superação de dormência de sementes de *Chloroleucon acacioides* e *Senna macranthera* (CIPRIANI, GARLET, LIMA, 2019). Já em sementes de *Apeiba tibourbou*, o ácido sulfúrico não apresentou eficiência (SOUSA et al., 2019).

## 2.3 Temperatura

Na ausência de outros fatores limitantes, a germinação ocorre sob limites relativamente amplos de temperatura, cujos extremos dependem principalmente da espécie e suas características genéticas, das condições do ambiente durante a produção, do manejo durante e após a colheita e da sanidade (MARCOS-FILHO, 2015).

A temperatura possui influência direta na porcentagem de sementes germinadas e na velocidade de germinação, havendo temperaturas ótimas que favorecem a obtenção de

maior taxa de germinação e temperaturas acima e abaixo da temperatura ótima que desfavorecem o processo de germinação (BATLLA; ARNOLD, 2015). A temperatura também possui atuação na velocidade de absorção de água, assim como nas reações bioquímicas relacionadas à ressíntese, desdobramento e transporte de substâncias de reservas para o eixo embrionário (HILGERT et al., 2021). À medida que o vigor das sementes diminui, também aumenta a exigência por temperaturas ótimas para que o processo de germinação ocorra de maneira satisfatória.

As temperaturas para germinação são classificadas em ótima, mínima e máxima e estão relacionadas a faixa de adaptação das sementes a região de origem da espécie. A temperatura ótima é considerada aquela que ocorre o máximo de germinação no menor espaço de tempo, já a mínima é aquela na qual abaixo desta a germinação não ocorre, enquanto a máxima seria aquela temperatura em que acima dela a germinação não ocorre (MARCOS-FILHO. 2015).

Em sementes de *Mimosa scabrella*, a temperatura de 30°C proporcionou maiores porcentagens de germinação (MENEGATTI et al., 2017). Para sementes de *Caesalpinia ferrea*, a germinação foi favorecida pela temperatura alternada 20-30°C (LIMA et al., 2019). Em *Poincianella pyramidalis*, a temperatura de 25 °C proporcionou maiores porcentagens de germinação, velocidade de germinação e comprimento de raiz (FREITAS et al., 2019). As temperaturas de 25 e 30°C também favoreceram a germinação de sementes de *Simira gardneriana* (OLIVEIRA et al., 2016).

## **2.4 Estresse salino**

O processo germinativo se inicia com a absorção de água por embebição, entretanto, existe a necessidade de que a semente alcance um nível adequado de hidratação que permita a reativação dos seus processos metabólicos (BRAGA; SOUZA e ALMEIDA, 2009). Os principais fatores que influenciam no processo germinativo são disponibilidade de água, oxigênio e temperatura. Dentre esses fatores, a água exerce maior influência, uma vez que, sua absorção pelas sementes resulta na reidratação dos tecidos, com consequente intensificação da respiração, promovendo uma série de atividades metabólicas que resultam na germinação (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Além disso, participa das reações enzimáticas, na solubilização e transporte dos reagentes e, como reagente na digestão hidrolítica das substâncias de reserva armazenadas na semente (MARCOS-FILHO, 2015).

A salinização é dos principais problemas ambientais que ocorre, principalmente, em regiões áridas e semiáridas, uma vez que as altas taxas de evaporação da água e o baixo índice pluviométrico contribuem para o acúmulo de sais na superfície do solo (LIMA JUNIOR; SILVA, 2010). O estresse salino, por sua vez, é responsável por efeitos negativos no desenvolvimento das plantas, modificando suas funções metabólicas, fisiológicas e anatômicas (DUTRA et al., 2017).

Um dos métodos para a determinação da tolerância das plantas ao estresse hídrico e salino é a observação da capacidade germinativa das sementes (PELEGRINE et al., 2013), meio pelo qual pode-se avaliar os limites de tolerância, sobrevivência e adaptação de determinada espécie às condições de estresses naturais (GUEDES et al., 2013). Embasada na tolerância e na sensibilidade à salinidade, as plantas são classificadas em glicófitas e halófitas. As glicófitas são menos tolerantes aos efeitos dos sais, enquanto que as halófitas acumulam grande quantidade de NaCl, ajustando-se osmoticamente em meio altamente salino (DIAS et al., 2016).

Além disso, a salinidade restringe a captação de água pela semente, limita o desenvolvimento da plântula e suas chances de sobrevivência, afeta a fotossíntese e causa decréscimo do processo germinativo das sementes, podendo acarretar à morte do embrião (GHOLAMI et al., 2015; PEREIRA et al., 2012; DIAS et al., 2016; MELLONI et al., 2012; SILVEIRA et al., 2016; SANTOS et al., 2016). Tais prejuízos dependem do genótipo, da duração, da severidade e do estágio de desenvolvimento da planta (GARCIA et al., 2010). Diante disso, o estudo sobre o período de germinação e estabelecimento das plântulas, e o uso de espécies adaptadas às condições de estresse salino atribui vantagens ecológicas em comparação a outras espécies que são mais sensíveis (LAVEZO et al., 2015; PEDROTTI et al., 2015).

Estudos evidenciam que a salinidade tem um efeito negativo sobre a percentagem de plântulas normais e emergência de diversas espécies. Nesse sentido, Dutra et al. (2017), trabalhando com espécie arbóreas florestais submetidas ao estresse salino, verificaram que a germinação e o crescimento inicial de *Peltophorum dubium* respondeu negativamente com o aumento da concentração salina do meio. Ribeiro et al. (2017), avaliando o efeito da salinidade na germinação e crescimento inicial da espécie *Erythrina velutina*, concluíram que a restrição hídrica e o efeito tóxico proveniente do cloreto de sódio (NaCl) provocaram desaceleração dos processos fisiológicos e bioquímicos durante a germinação, afetando negativamente o crescimento desta espécie.



## 2.5 Condicionamento fisiológico

Desde a década de 70 são pesquisados tratamentos pré-semeadura com o objetivo de melhorar a germinação das sementes e a iniciação do metabolismo de germinação. Dentre os procedimentos desenvolvidos, destaca-se o condicionamento fisiológico, especialmente em virtude dos benefícios sobre o desempenho das sementes (MARCOS-FILHO, 2015; BONOME et al., 2017; BATISTA et al., 2018).

O condicionamento fisiológico consiste na imersão prévia das sementes em água ou solução sob tempo e temperatura pré-determinadas para atingir o nível de hidratação adequada, visando a melhoria do desempenho destas, melhor uniformidade, aumento da velocidade de emergência de plântulas, alta qualidade fisiológica e produtividade (RAMOS et al., 2015). Considerando o padrão trifásico da germinação, durante o condicionamento ocorrem apenas as fases iniciais (fase I e II), com os eventos pré-metabólicos germinativos, sem ocorrer a protrusão da radícula (fase III) (NASCIMENTO; COSTA, 2009).

Por reduzir o tempo de germinação e padronizar esse processo, o condicionamento das sementes permite a germinação em variáveis condições de temperatura, luz, solo e disponibilidade de água, possibilitando ainda, elevado desenvolvimento da parte aérea e aceleração no crescimento das plantas (MARCOS-FILHO, 2015).

Os estudos envolvendo o condicionamento osmótico buscam estabelecer a substância que melhor auxilia na expressão do potencial fisiológico das sementes (BATISTA et al., 2015). Como exemplos de substâncias utilizadas estão o nitrato de potássio ( $KNO_3$ ), cloreto de sódio ( $NaCl$ ), cloreto de magnésio ( $MgCl_2$ ), sulfato de manganês ( $MnSO_4$ ), o manitol e polietilenoglicol (PEG). Entre as técnicas utilizadas para o condicionamento fisiológico estão o hidrocondicionamento e o osmocondicionamento realizado com polietilenoglicol (PEG), que se sobressai nas análises laboratoriais. O PEG é um polímero de elevado peso molecular, atóxico, quimicamente inerte, que não penetra nos tecidos das sementes devido ao seu tamanho, sendo assim, as moléculas não atravessam as membranas celulares, o que permite que as sementes absorvam somente água (MARCOS-FILHO, 2015).

A eficiência do condicionamento osmótico em sementes depende de fatores como: potencial fisiológico inicial, genótipo, período de tratamento e tamanho das sementes (ARAÚJO et al., 2011). O uso da técnica de osmocondicionamento de sementes como

atenuante dos efeitos causados pela elevada concentração de sais na água de irrigação é uma alternativa viável, principalmente para regiões caracterizadas pela escassez hídrica e pela indisponibilidade de água de qualidade (SANTOS et al., 2020). Os principais fatores limitantes relacionados ao uso da técnica são a definição do potencial osmótico e do tempo de embebição das sementes na solução, uma vez que períodos de embebição superiores aos recomendados podem promover o início do processo germinativo (NASCIMENTO; COSTA, 2009).

Pesquisas têm comprovado os efeitos benéficos do condicionamento fisiológico em sementes de espécies florestais, tais como em *Apuleia leiocarpa*, cujas sementes osmocondicionadas mantiveram sua viabilidade fisiológica apresentando maior índice de velocidade e porcentagem de germinação sob -0,8 MPa de PEG 6000 (SPADETO et al., 2018). Resultados semelhantes foram constatados por Avrella et al. (2017), com sementes de *Mimosa scabrella* Benth. submetidas ao condicionamento osmótico em soluções de PEG 6000. Os autores avaliaram caracteres como porcentagem de germinação, comprimento radicular e massa fresca, e concluíram que as sementes expostas ao potencial osmótico de -0,3 MPa foram beneficiadas em relação a germinação e formação das plântulas.

Os trabalhos sobre os benefícios do condicionamento fisiológico em sementes de espécies florestais, quando submetidas a condições de estresse abiótico, ainda são escassos. Ramalho et al. (2020) concluíram que o hidrocondicionamento reduz os efeitos negativos do estresse salino sobre o vigor das sementes de *Piptadenia moniliformis*, até o limite de -0,9 MPa. José et al. (2016) verificaram que o osmocondicionamento no potencial de -1,0 MPa por três dias foi o mais indicado tanto para *Eucalyptus urophylla* quanto para *E. urophylla* x *E. grandis*, quando submetidos à germinação em solução salina a -1,0 MPa, demonstrando que este tratamento foi eficiente em favorecer a tolerância ao estresse salino.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

Os três experimentos foram realizados no Laboratório de Análise de Sementes pertencente ao Departamento de Ciências Agronômicas e Florestais (DCAF) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, RN, nos meses de janeiro a fevereiro de 2020 (experimentos I e II) e julho de 2021 (experimento III). Os frutos de timbaúba foram colhidos nos anos de 2014 e 2015 de árvores existentes no campus da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), Mossoró, RN. Logo em seguida, as sementes foram extraídas dos frutos com auxílio de um martelo e permaneceram armazenadas em ambiente refrigerado (17°C; 40% UR) em garrafas plásticas até a realização do experimento no início de 2020.

#### **3.1 - Experimento I- Superação de dormência em sementes armazenadas de timbaúba**

Primeiramente foi determinado o grau de umidade das sementes dos dois lotes (colhidos em 2014 e 2015), de acordo com o método padrão da estufa 105 °C ± 3 °C por 24 horas (BRASIL, 2009), com duas repetições de 5g.

Os métodos para superação de dormência das sementes foram: escarificação mecânica em lixa n. 80 do lado oposto ao hilo, escarificação química em ácido sulfúrico por 60 minutos e a testemunha (sem escarificação). Após os devidos tratamentos, as sementes foram dispostas sobre duas folhas de papel toalha e cobertas com uma terceira, previamente umedecida com quantidade de água igual a 2,5 vezes o peso seco do substrato e organizados na forma de rolo de papel. Os rolos contendo as sementes foram acondicionados em sacos plásticos transparentes e colocados em estufa de germinação a 25°C (BRASIL, 2013). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 3 (lotes x métodos de superação de dormência), com quatro repetições de 25 sementes. Aos 14 dias foi avaliada a germinação das sementes, cujos valores foram contabilizados em porcentagem de plântulas normais.

#### **3.2 - Experimento II- Temperaturas na germinação e vigor de sementes de timbaúba**

Para esse experimento foi utilizado as sementes do lote de 2015, devido à pouca disponibilidade de sementes do lote de 2014. Antes da instalação do teste de germinação

foi feita a superação de dormência das sementes com imersão em ácido sulfúrico por 60 minutos, seguida de lavagem em água corrente. Logo em seguida, as sementes foram semeadas em substrato tipo rolo de papel, dispostas sobre duas folhas de papel toalha e cobertas por uma terceira folha, previamente umedecida com quantidade de água igual a 2,5 vezes a massa seca do substrato. Os rolos contendo as sementes foram acondicionados em sacos plásticos transparentes e colocados em estufa de germinação sob as temperaturas de 20, 25, 30 e 35°C, com fotoperíodo de 8 horas, durante 14 dias.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (20, 25, 30 e 35°C) e quatro repetições de 25 sementes. As variáveis analisadas foram:

- a) Germinação - as contagens foram realizadas no décimo quarto dia após a instalação do experimento, de acordo com Brasil (2013). O critério adotado foi o de formação de plântulas normais, sendo consideradas aquelas que desenvolveram todas as suas estruturas essenciais, de acordo com as Regras de Análises para Sementes (RAS) (BRASIL, 2009). Ao final do experimento, computou-se o número de plântulas normais por repetição, cujos resultados médios foram expressos em porcentagem.
- b) Comprimento da raiz e parte aérea - no final do teste de germinação, realizou-se as mensurações da raiz e parte aérea das plântulas normais com o auxílio de uma régua graduada em centímetros. Os resultados foram expressos em centímetros.
- c) Massa seca da raiz e parte aérea - as plântulas medidas anteriormente, foram seccionadas isoladamente na região do colo da raiz e parte aérea das plântulas normais de cada repetição foram acondicionadas em saco de papel kraft, previamente identificados, e mantidos em estufa de ventilação forçada a aproximadamente 65 °C por 72 h. Passado esse período e após o resfriamento em dessecador, as amostras foram pesadas em balança analítica (0,001 g) e os resultados expressos em gramas.

### **3.3 - Experimento III- Estresse salino em sementes de timbaúba pré-condicionadas**

O terceiro experimento foi dividido em duas etapas. Na primeira, realizou-se a curva de absorção de água para determinação do tempo de condicionamento das sementes. Para isto, as sementes foram submetidas a superação de dormência em ácido

sulfúrico por 60 minutos, depois enxaguadas em água corrente e enxugadas com papel toalha. Em seguida, quatro repetições de 25 sementes, foram previamente pesadas em balança analítica e colocadas entre duas folhas de papel toalha, umedecidas com soluções de manitol nos potenciais -0,4 MPa e -0,8 MPa e água destilada na quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso seco dos papéis. Os papéis foram acondicionados em sacos plásticos e colocadas em estufa tipo *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D) sob as temperaturas de 25 °C e 30°C, com 12 horas de luz.

Durante o processo de embebição de água, as sementes foram monitoradas e pesadas a cada sessenta minutos nas doze primeiras horas, depois a cada 24 horas, até a emissão da raiz primária em pelo menos 50% das sementes de cada repetição. Durante as avaliações, as sementes foram retiradas do substrato e secas superficialmente, de forma criteriosa, com o auxílio de papel toalha. Posteriormente, foram pesadas em balança digital com precisão de (0,001 g) e repostas para embeber. O teor de água absorvido em cada tempo foi calculado pela seguinte expressão: água absorvida (%) =  $(P_f - P_i) / P_i \times 100$ , onde  $P_f$  = peso final;  $P_i$  = peso inicial.

A segunda etapa do experimento foi realizada em delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 4, sendo o primeiro fator referente aos tipos de condicionamentos (hidrocondicionamento, osmocondicionamento -0,4 MPa, osmocondicionamento -0,8 MPa e sementes sem condicionamento) e o segundo fator referente aos níveis de salinidade (0, 6, 12 e 18dS. m<sup>-1</sup>) com quatro repetições de 25 sementes. Antes do condicionamento das sementes, realizou-se a superação de dormência conforme descrito para a realização da curva de embebição. Todos os condicionamentos consistiram em colocar as sementes em contato com o substrato tipo papel toalha, previamente umedecido com água destilada (hidrocondicionamento) por 48 horas, solução de manitol -0,4 MPa por 72 horas e solução de manitol -0,8 MPa por 96 horas, em estufa de germinação do tipo B.O.D a 20 °C.

Após o condicionamento das sementes, instalou-se o teste de germinação com as sementes condicionadas e não-condicionadas. A semeadura foi em substrato de papel toalha, umedecido com soluções salinas na proporção de 2,5 vezes a massa seca dos papéis e dispostos em forma de rolo. Esses rolos foram acondicionados em sacos plásticos e colocadas em câmara de germinação a 25 °C, com fotoperíodo de 8 horas de luz, durante 14 dias (BRASIL, 2013). Para simulação do estresse salino, preparou-se soluções com cloreto de sódio (NaCl) e água destilada ajustando-se aos níveis 6, 12 e 18 dS m<sup>-1</sup> por

meio de um condutivímetro de bancada. Para o tratamento controle, utilizou-se água destilada. As variáveis analisadas foram as mesmas do experimento II.

Após a tabulação dos dados, realizou-se a análise de variância e quando o efeito foi significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Os níveis de potenciais osmóticos foram analisados por meio de regressões, e o valor de F foi corrigido. As análises foram realizadas pelo programa Sisvar (FERREIRA, 2011), e os gráficos executados no programa Excel 2010.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 - Experimento I- Superação de dormência em sementes armazenadas de timbaúba**

O grau de umidade das sementes dos dois lotes foi de aproximadamente 9,0%. Essa variável é considerada fator determinante para a manutenção da viabilidade do embrião da semente (MARCOS-FILHO, 2015). Com relação a tolerância a dessecação, as sementes de timbaúba são classificadas como ortodoxas, isto é, são tolerantes a dessecação, portanto devem ser armazenadas com grau de umidade até no máximo 13,0%.

Observou-se interação significativa entre os fatores (lotes e métodos de superação de dormência) para a germinação de sementes de timbaúba (Tabela 1). Também foi constatado que as sementes intactas de timbaúba tiveram germinação nula para o lote de 2014, e de apenas 10% para o lote de 2015. Estes resultados indicam que as sementes desses dois lotes ainda apresentaram alta intensidade de dormência, sendo necessário usar algum método para superá-la.

A dormência das sementes, independente de sua causa, apresenta profundidade inversamente proporcional à sua idade, ou seja, normalmente é mais intensa em sementes recém-colhidas. A dormência pode persistir durante períodos relativamente curtos ou se estender por vários anos, mas a tendência normal é a superação gradativa à medida que a semente “envelhece” (MARCOS-FILHO, 2015).

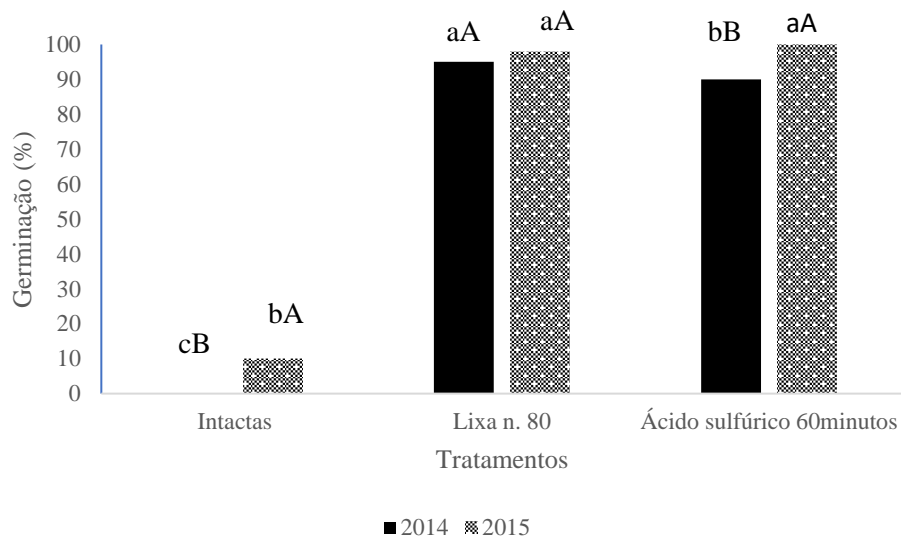
Diferentes métodos de superação de dormência em sementes de timbaúba armazenadas por até 18 meses, foram verificados por Ferraz, Ramalho e Vale (2019) e verificaram emergência nula para as sementes intactas. Porém, esses autores, quando utilizaram a escarificação mecânica associada a imersão por doze horas resultou em 85,0% de emergência.

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância de lotes armazenados de timbaúba (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.) submetidos a diferentes métodos de superação de dormência.

Fator de variação	GL	F
Lotes (L)	1	51,1*
Superação de dormência (SD)	2	3188,6*
LXSD	2	4,74*
CV (%)	4,01	

\* Significativo a 5% de probabilidade

As sementes escarificadas com lixa tiveram elevada germinação, tanto no lote de 2014, como no de 2015, não diferindo estatisticamente entre si (Figura 1). Esses resultados confirmam a eficiência do uso da lixa na superação de dormência de sementes com tegumento duro, como também é possível verificar que as condições de armazenamento foram adequadas, favorecendo a manutenção da viabilidade das sementes.



Letras minúsculas comparam os tratamentos de superação de dormência em cada lote e as letras maiúsculas comparam os lotes em cada tratamento.

**Figura 1.** Germinação (%) de dois lotes sementes de timbaúba (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.) armazenadas e submetidas a diferentes métodos de superação de dormência.

O uso da lixa é considerado um método de baixo custo, porém mais demorado, pois as sementes devem ser lixadas individualmente, ou seja, dependendo da quantidade de sementes, pode ser considerado um método inviável. Além disso, algumas sementes podem ficar mais escarificadas do que outras, gerando certa “desuniformidade” do tratamento. No uso desse método também é fundamental o conhecimento da morfologia das sementes, para que não ocorra desgaste excessivo do tegumento, atingindo a região do embrião, causando danos e comprometendo a germinação das sementes.

A escarificação com lixa também foi eficiente na superação de dormência em sementes de *Delonix regia* (OLIVEIRA et al., 2018). Porém, esse método, não apresentou resultados satisfatórios para sementes de *Garcinia gardneriana* (ROCHA et al., 2018).

Com relação aos resultados obtidos com o uso de ácido sulfúrico, constatou-se que o lote de 2015 teve resultados superiores em relação ao lote de 2014, porém ambos resultaram em germinação elevada, com diferença de apenas 10 pontos percentuais. Apesar de geralmente apresentar alta eficiência na superação de dormência para a maioria das espécies florestais, o ácido sulfúrico apresenta riscos operacionais aos trabalhadores, sendo recomendado o uso de EPI (equipamento de proteção individual), além de maior custo e deixar resíduos no meio ambiente. Por outro lado, apresenta a vantagem de poder ser utilizado para uma maior quantidade de sementes de uma só vez, oferecendo maior uniformidade do tratamento. Vale salientar, que a observação do tempo de imersão e da concentração do produto, são fundamentais para não causar danos qualitativos nas sementes.

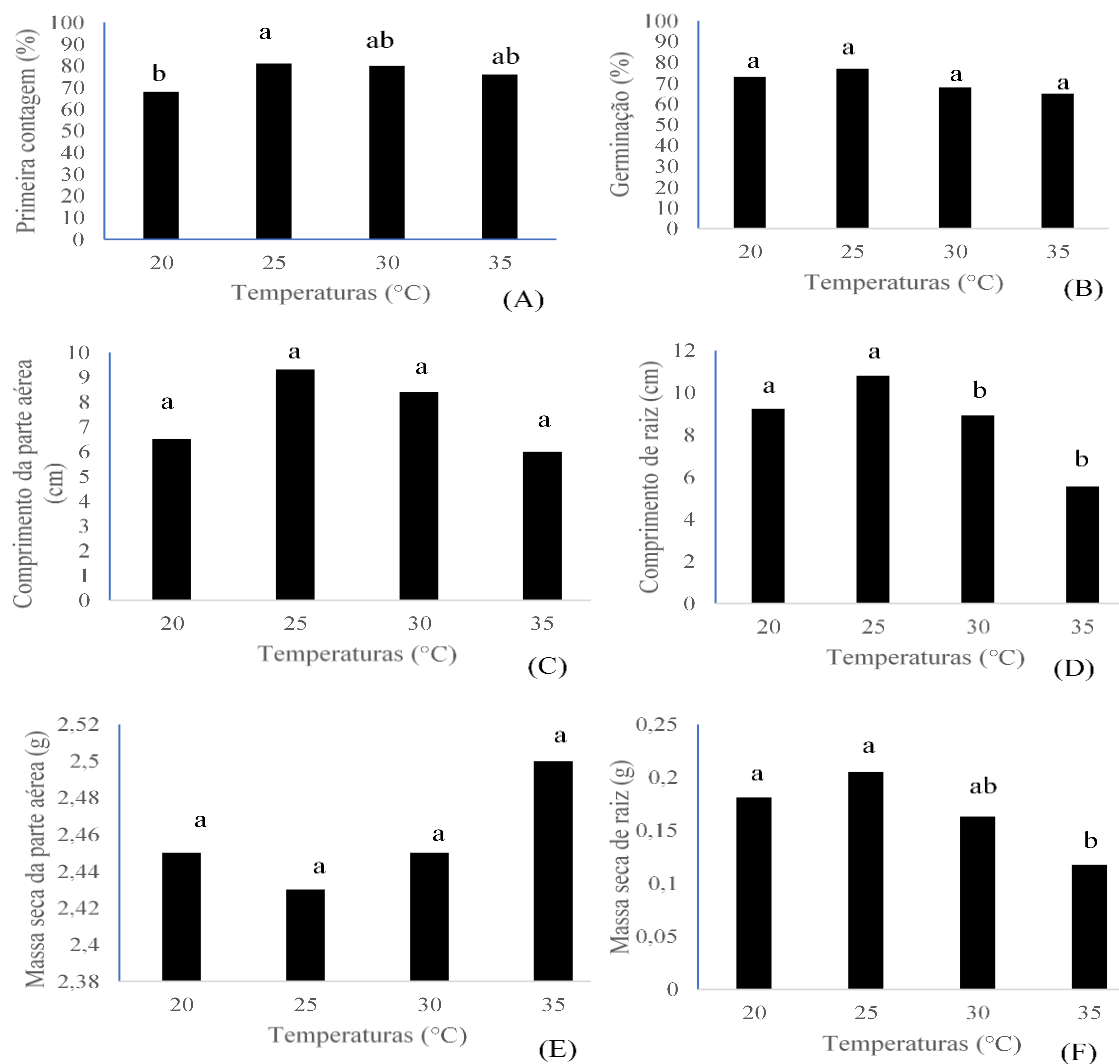
O ácido sulfúrico também foi eficiente na superação de dormência de sementes de *Chloroleucon acacioides* e *Senna macranthera* (CIPRIANI, GARLET; LIMA, 2019). Já em sementes de *Apeiba tibourbou*, esse produto não apresentou eficiência (SOUSA et al., 2019), possivelmente devido ao tempo insuficiente de imersão das sementes.

Embora os dois lotes tenham apresentados elevada germinação quando realizada a superação de dormência, verificou-se que o lote de 2014 resultou em médias estatisticamente menores em relação ao de 2015, com exceção do tratamento com lixa (Figura 1). Esse fato pode estar relacionado a própria idade dos lotes, pois à medida que as sementes envelhecem, também aumenta a taxa de deterioração.



#### **4.2 - Experimento II- Temperaturas na germinação e vigor de sementes de timbaúba**

As maiores médias para a primeira contagem de plântulas foram obtidas nas temperaturas 25, 30 e 35°C, não diferindo estatisticamente entre si. Para a porcentagem de germinação, não houve diferença estatística entre essas temperaturas. Isso foi, provavelmente pela ocorrência de fungos em plântulas sob essas temperaturas. Para o comprimento e massa seca da parte aérea não houve diferença estatística entre as médias das quatro temperaturas, no entanto, o comprimento e massa seca da raiz foram estatisticamente superiores sob as temperaturas de 20, 25 e 30°C (Figura 2).



**Figura 2.** Médias da primeira contagem (A), germinação (B), comprimento da parte aérea (C), comprimento de raiz (D), massa seca da parte aérea (E) e massa seca de raiz (F) de plântulas de timbaúba (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.) sob diferentes temperaturas.

\* Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

A temperatura influencia na germinação tanto por agir sobre a velocidade de absorção de água, como também sobre as reações bioquímicas que determinam todo o processo. Assim a germinação só ocorre dentro de determinados limites de temperatura, sendo que acima ou abaixo dos limites superior e inferior, a germinação poderá não ocorrer (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

As espécies apresentam comportamento variável em relação à temperatura. Em sementes de *Mimosa scabrella*, a temperatura de 30°C proporcionou maiores porcentagens de germinação (MENEGATTI et al., 2017). Para sementes de *Caesalpinia*

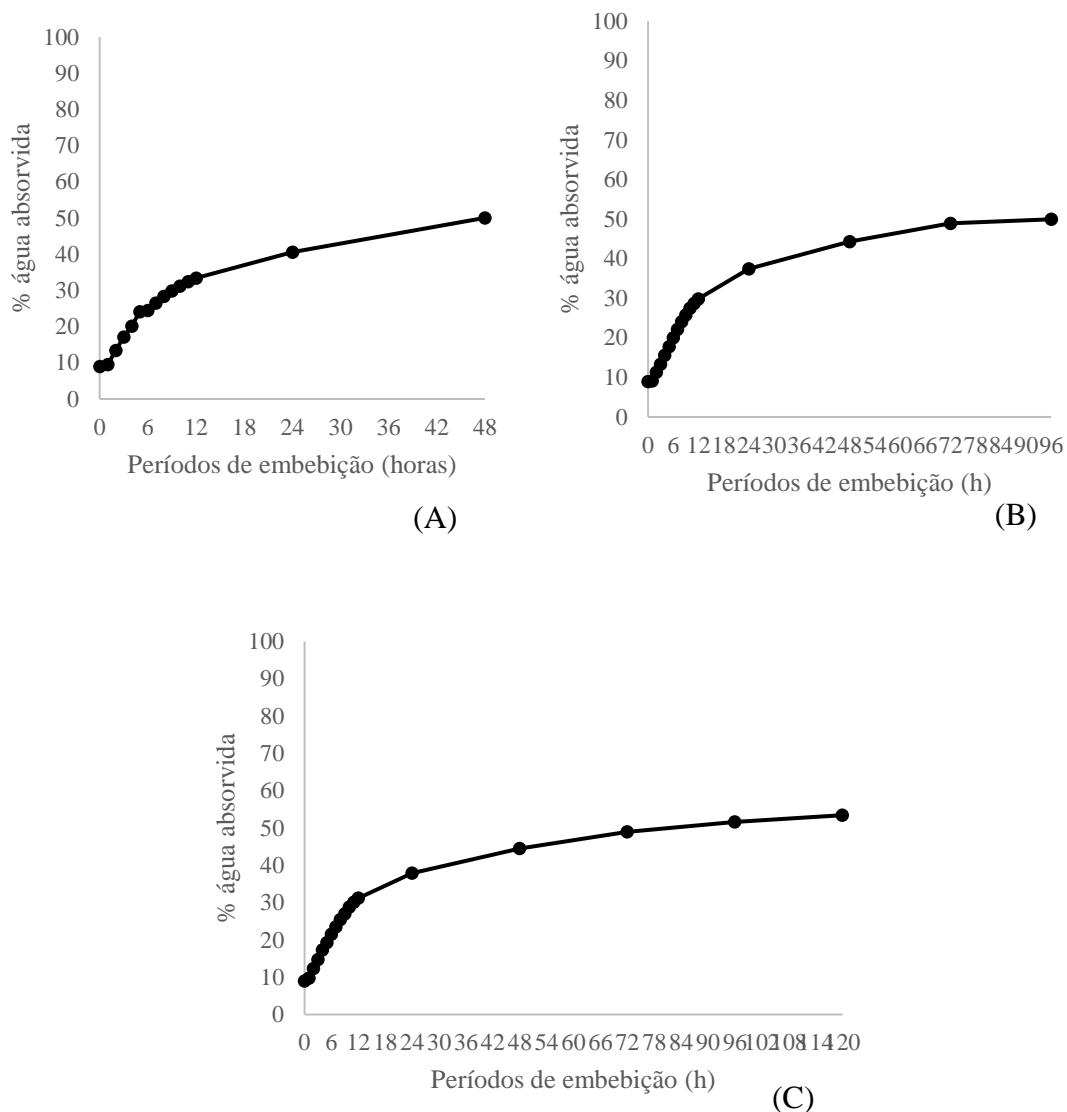
*ferrea*, a germinação foi favorecida pela temperatura alternada 20-30°C (LIMA et al., 2019). Em *Poincianella pyramidalis*, a temperatura de 25 °C proporcionou maiores percentagens de germinação, IVG e comprimento de raiz (FREITAS et al., 2019). As temperaturas de 25 e 30°C também favoreceram a germinação de sementes de *Simira gardneriana* (OLIVEIRA et al., 2016).

As Instruções para Análise de Espécies Florestais (BRASIL, 2013) indicam apenas a temperatura de 25 °C para a realização do teste de germinação em sementes de Timbaúba. Porém, no presente estudo verificou-se que as temperaturas de 20, 25 e 30 °C são favoráveis a germinação das sementes e crescimento das plântulas dessa espécie. A determinação exata das temperaturas cardiais das várias espécies de interesse é dificultada por uma série de fatores, dentre os quais se destacam o nível de vigor das sementes e a definição da metodologia mais adequada, sendo que, a faixa de temperatura de ótima de uma semente de alto vigor é muito maior do que uma semente de baixo vigor (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

#### **4.3 - Experimento III- Estresse salino em sementes de timbaúba pré-condicionadas**

Com relação as curvas de embebição, verificou-se o padrão trifásico de absorção de água nos diferentes potenciais hídricos. Constatou-se aumento crescente na absorção de água nas primeiras doze horas nos três potenciais hídricos avaliados (Figuras 3A, 3B e 3C), caracterizando a fase I do padrão trifásico de absorção de água. Porém, observou-se diferenças na duração da fase II sob diferentes potenciais hídricos. No potencial menos negativo (água destilada), a fase II ocorreu entre 12 e 24 horas de embebição, em contrapartida, com o aumento da indisponibilidade de água no substrato, proporcionada pelas soluções de manitol a -0,4 e -0,8 MPa, observou-se maior duração da fase II em relação a fase I.

No potencial hídrico de -0,4 MPa, a fase II ocorreu entre 12 e 48 horas de embebição aproximadamente, enquanto no potencial de -0,8 MPa, essa fase aconteceu entre 12 e 96 horas de embebição. A protrusão da raiz primária ocorreu com 48, 96 e 120 horas de embebição nos potenciais hídricos de 0,0, -0,4 e -0,8 MPa, respectivamente. Dessa forma, os tempos escolhidos para os condicionamentos das sementes usando esses potenciais, devem ser inferiores ao tempo em que ocorreu a germinação das sementes.



**Figura 3.** Curvas de embebição em sementes de timbaúba (*Enterolobium contortisiliquum* Vell. Morong.) postas em substrato umedecido com água destilada (A), solução de manitol -0,4 MPa (B) e solução de manitol -0,8 MPa (C) a 20°C.

Dessa forma, constatou-se que as curvas nos três potenciais hídricos apresentaram o padrão trifásico proposto por Bewley et al. (2013). Com isso, a fase I foi caracterizada pela rápida absorção de água e aumento do metabolismo da semente; na II, a embebição se manteve constante, durante a ocorrência de eventos metabólicos necessários ao desenvolvimento do embrião; e, por fim, na fase III as sementes retornaram a absorver água rapidamente e, em seguida, ocorreu a emissão da raiz primária em sementes viáveis e não dormentes.

Com relação a segunda etapa do terceiro experimento, não houve efeito significativo dos fatores (salinidade x condicionamento) para a germinação de sementes de timbaúba. Esse resultado concorda com Dantas (2018), ao afirmar que, com exceção de *Myracrodruon urundeuva*, a maioria das espécies nativas da Caatinga é altamente tolerante a salinidade, apresentando elevada germinação em condutividade elétrica acima de 10 dS m<sup>-1</sup>.

Em contrapartida, houve interação significativa apenas para o comprimento da parte aérea e da raiz. Também ocorreu efeito significativo isolado dos tipos de condicionamentos para o índice de velocidade de germinação. Para a massa seca da parte aérea e massa seca da raiz também ocorreu efeito significativo isolado dos tipos de condicionamentos e níveis de salinidade (Tabela 2).

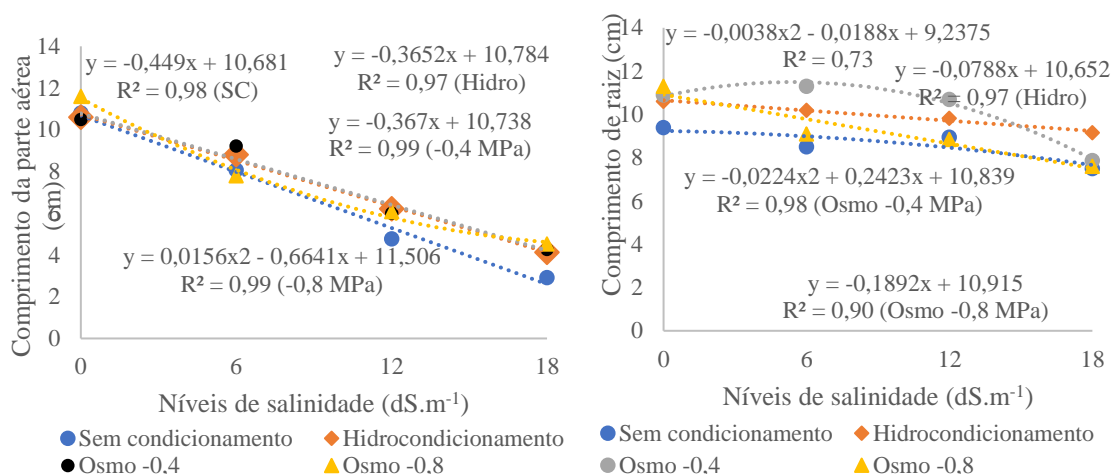
**Tabela 2.** Resumo da análise de variância para germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca de raiz (MSR) de plântulas de timbaúba (*Enterolobium contortisiliquum* Vell. Morong) em função de diferentes de tipos de condicionamentos fisiológicos das sementes submetidas ao estresse salino.

Fator de variação	GL	G	IVG	CPA	CR	MSPA	MSR
Salinidade (s)	3	2,20 <sup>ns</sup>	2,50 <sup>ns</sup>	389,4*	13,0*	194,2*	88,3 *
Condicionamento (C)	3	2,67 <sup>ns</sup>	3,17 *	7,20*	7,24*	3,33*	6,23 *
S x C	9	1,72 <sup>ns</sup>	1,70 <sup>ns</sup>	3,26*	2,29*	1,38 <sup>ns</sup>	1,74 <sup>ns</sup>
Erro	48						
CV (%)		5,73	5,62	8,48	11,5	9,72	9,65

\* significativo a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> não significativo

As plântulas de timbaúba apresentaram redução no comprimento da parte aérea com o aumento dos níveis de salinidade, sendo a redução mais acentuada para as sementes sem condicionamento (Figura 4A). A alta concentração de sais, por reduzir o potencial osmótico e proporcionar a ação de íons sobre o protoplasma, é considerada um fator de estresse para as plantas (ANDRÉO-SOUZA et al., 2010). Com isso, pode limitar a germinação, retardando ou impedindo o crescimento e desenvolvimento da plântula e suas chances de sobrevivência (PEREIRA et al., 2012).

O comprimento de raiz manteve-se constante para as sementes sem condicionamento, no entanto, as que foram hidrocondicionadas sob nível de 18 dS.m<sup>-1</sup> obtiveram comprimento de raiz em torno de 9,15 cm e as sem condicionamento em torno de 7,5 cm (Figura 4B). Sementes hidrocondicionadas de *Cupania glabra* e *Cymbopetalum baillonii* resultaram em maior crescimento das mudas destas espécies em relação as sementes sem condicionamento (BECERRA- VAZQUEZ et al., 2020).



**Figura 4.** Comprimentos da parte aérea (A) e da raiz (B) de plântulas de timbaúba (*Enterolobium contortisiliquum* Vell. Morong) em função de diferentes de tipos de condicionamentos fisiológicos das sementes submetidas ao estresse salino.

Com relação ao efeito isolado dos condicionamentos sobre o índice de velocidade de germinação, verificou-se que as sementes hidrocondicionadas não diferiram estatisticamente das osmocondicionadas a -0,4 e -0,8 MPa, porém as hidrocondicionadas foram estatisticamente superiores em relação à testemunha. Para a massa seca da parte aérea não houve diferença estatística dos condicionamentos em relação à testemunha. Por outro lado, as sementes hidrocondicionadas apresentaram maior massa seca de raiz em relação à testemunha (Tabela 3).

**Tabela 3.** Efeito isolado dos condicionamentos sobre o índice de velocidade de germinação (IVG), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca de raiz (MSR) de plântulas de timbaúba (*Enterolobium contortisiliquum* Vell. Morong) em função de diferentes de tipos de condicionamento fisiológico das sementes submetidas ao estresse salino.

Tipos de condicionamentoS	IVG	MSPA (g)	MSR (g)
Hidrocondicionamento	8,28 a	0,453 b	0,144 a
Osmo -0,4 MPa	7,99 ab	0,503 a	0,142 ab
Osmo -0,8 MPa	8,18 ab	0,469 ab	0,127 c
Sem condicionamento	7,83 b	0,468 ab	0,131 bc

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

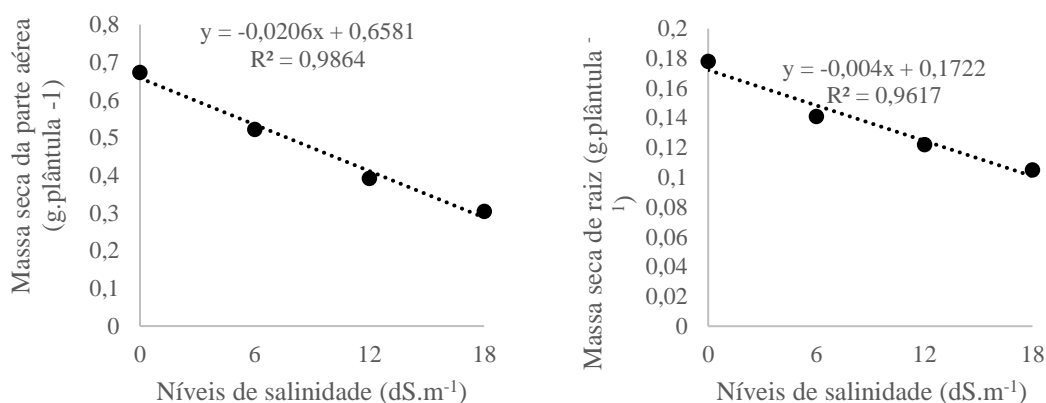
Através do condicionamento fisiológico observa-se que a emergência das plântulas ocorre de maneira mais rápida, favorecendo assim o seu desenvolvimento vegetativo, bem como, diminui a exposição das sementes a possíveis condições desfavoráveis do ambiente (MARCOS-FILHO, 2015). Como a escassez de disponibilidade de água é a primeira fase do estresse salino, devido ao estresse osmótico, um dos principais mecanismos para melhorar a germinação e o crescimento das sementes é a embebição controlada das sementes através do condicionamento (PIRASTEH-ANOSHEH; HASHEMI, 2020).

Ramalho et al. (2020) concluíram que o hidrocondicionamento reduz os efeitos negativos do estresse salino sobre o vigor das sementes de *Piptadenia moniliformis*, até o limite de -0,9 MPa. José et al. (2016) verificaram que o osmocondicionamento no potencial de -1,0 MPa por três dias foi o mais indicado tanto para *Eucalyptus urophylla* quanto para *E. urophylla* x *E. grandis*, quando submetidos à germinação em solução salina a -1,0 MPa

Com relação ao efeito isolado da salinidade sobre as massas secas de parte e raiz, houve redução linear à medida que aumentaram os níveis de salinidade (Figuras 5A e 5B). Altos níveis de salinidade retarda o metabolismo e o transporte de reservas do embrião, afetando assim, o desenvolvimento das plântulas (BEWLEY et al.; 2013).

A salinidade provoca alterações na capacidade da planta em absorver, transportar e usar íons necessários para o crescimento, além de reduzir o metabolismo taxa de assimilação e a atividade das enzimas responsáveis pela respiração e fotossíntese. Dessa

forma, diminui a aquisição de energia para o crescimento e diferenciação celular nos tecidos e, portanto, reduz o alongamento do eixo embrionário e produção de matéria seca (NOBRE et al., 2010). Segundo Pedó et al. (2014), a menor alocação de massa de matéria seca pode ser resultado do efeito da elevada concentração de cloreto de sódio sobre os mecanismos de hidrólise e mobilização de reservas para a plântula.



**Figura 5.** Efeito isolado da salinidade sobre a massa seca da parte aérea (A) e massa seca da raiz (B) de plântulas de timbaúba (*Enterolobium contortisiliquum* Vell. Morong).

## 5 CONCLUSÕES

Não foi observada redução da intensidade de dormência dos lotes armazenados (2014 e 2015) de sementes de timbaúba, sendo necessário realizar a superação de dormência para uma germinação mais rápida e uniforme. Tanto o ácido sulfúrico por 60 minutos, como a escarificação em lixa foram eficientes na superação de dormência dessas sementes.

A germinação das sementes de timbaúba foi favorecida pelas temperaturas de 20, 25, 30 e 35°C, porém, o crescimento das raízes das plântulas é prejudicado à 35°C.

O aumento da salinidade afeta principalmente o crescimento das plântulas de timabúba, sendo mais acentuado nas sementes sem condicionamento.



## REFERÊNCIAS

- ANDRÉO-SOUZA, Y.; PEREIRA, A. L.; SILVA, F. F. S.; REI S, R. C. R.; EVANGELISTA, M. R. V.; CASTRO, R. D.; DANTAS, B. F. Efeito da salinidade na germinação de sementes e no crescimento inicial de mudas de pinhão-manso. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 2, p. 83-92, 2010.
- ARAÚJO, P. C.; TORRES, S. B.; BENEDITO, C. P.; PAIVA, E. P. Condicionamento fisiológico e vigor de sementes de maxixe. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 3 p. 482-489, 2011.
- AVRELLA, E. D.; MENEGATTI, R. D.; PAIM, L. P.; CAUMO, M., ALVES, L. S; SOUZA, A. G.; FIOR, C. S. Condicionamento osmótico em sementes de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.). **Revista da Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa**, p. 1009-1024, 2017.
- BARRETO, S. S. B; FERREIRA, R. A. Aspectos morfológicos de frutos, sementes, plântulas e mudas de Leguminosa e Mimosoideae: *Anadenanthera colubrina* (Vellozo) Brenan e *Enterolobium contortisiliquum* (Vellozo) Morong. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n. 2, p. 223 - 232, 2011.
- BATISTA, T. B.; BINOTTI, F. F. S.; CARDOSO, E. D.; BARDIVIESSO, E. M.; COSTA, E. Aspectos fisiológicos e qualidade de mudas da pimenteira em resposta ao vigor e condicionamento das sementes. **Bragantia**, v. 74, n. 4, p.367-373, 2015.
- BATISTA, T. B.; BINOTTI, F. F. S.; SÁ, M. E.; SILVA, T. A. Priming of *Brachiaria* seeds with different sugar sources and concentrations. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 31, n. 4, p. 843-849, 2018.
- BATLLA, D.; ARNOLD, R. L. B. A framework for the interpretation of temperature effects on dormancy and germination in seed populations showing dormancy. **Seed Science Research**, v. 25, n. 2, p. 147-158, 2015.
- BECERRA-VÁZQUEZ, A. G.; COATES, R.; SANCHEZ-NIETO, S.; REYES- CHILPA, R. Effects of seed priming on germination and seedling growth of desiccation sensitive seeds from Mexican tropical rainforest. **Journal of Plant Research**, p. 1-18, 2020.

BEWLEY, J. D., BRADFORD, K. J., HILHORST, H. W.; NONOGAKI, H. **Seeds: physiology of development, germination and dormancy**. 3.ed. New York, NY: Springer New York, p. 392, 2013.

BONOME, L. T.; GUIMARÃES, R. M.; OLIVEIRA, J. A.; DOUSSEAU, S. Osmoconditioning of *Urochloa brizantha* seeds to reduce pelleting negative effects. **Brazilian Journal of Agriculture-Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 92, n. 2, p. 87-100, 2017.

BRAGA, L. F; SOUSA, M. P; ALMEIDA, T. A. Germinação de sementes de *Enterolobium schomburgkii* (Benth.). Submetidas a estresse salino e aplicação de poliamina. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.11, n.1, p.63-70, 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes** / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ ACS, 2009, 399 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para análise de sementes de espécies florestais**. Brasília: MAPA, 2013. 98 p.

CALAZANS, C. C.; PEREIRA, G. S.; SOUZA, J. L.; TORRES, M. F. O.; NUNES, V. V.; CARVALHO, S. V. A.; MANN, R. S. Embebição e avaliação do potencial fisiológico em sementes de *Enterolobium contortisiliquum* Mor. **Revista Craibeiras de Agroecologia**, v. 5, n. 1, p. e9414, 2020.

CARDOSO, N. S. N.; OLIVEIRA, L. M.; FERNANDEZ, L. G.; PELACANI, C. R.; SOUZA, C. L. M.; OLIVEIRA, A. R. M. F. Osmocondicionamento na germinação de sementes, crescimento inicial e conteúdo de pigmentos de *Myracrodruon urundeuva* fr. Allemão. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 10, n. 4, p. 457-461, 2012.

CARVALHO, J. N.; CAVALCANTE, M. Z. B.; CARVALHO, P. A.; PIFANO, D. S.; RODRIGUES, R. G. Ecophysiology germination of *Senna uniflora* seeds: species for recovery degraded áreas. **Journal of Seed Science**, v.42, e202042033, 2020.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012, 590 p.

CIPRIANI, V. B.; GARLET, J.; LIMA, B. M. Quebra de dormência em sementes de *Chloroleucon acacioides* e *Senna macranthera*. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n.1, p.49-54, 2019.

DANTAS, B. F. Germinação de sementes da Caatinga em um clima futuro. **Documentos** **287**, p. 126-133. 2018.

DIAS, N. S.; BLANCO, F. F.; SOUZA, E. R.; FERREIRA, J. F. S.; SOUSA NETO, O. N.; QUEIROZ, I. S. R. **Efeitos dos sais na planta e tolerância das culturas à salinidade. In: Manejo da salinidade na agricultura: Estudo básico e aplicados / 2.ed.** Editores: Hans Raj Gheyi, Nildo da Silva Dias, Claudivan Feitosa de Lacerda, Enéas Gomes Filho. Fortaleza, INCTSal, 2016. 504p. il.

DUTRA, T. D.; MASSAD, M. D.; MOREIRA, P. R.; RIBEIRO, E. S. M. Efeito da salinidade na germinação e crescimento inicial de plântulas de três espécies arbóreas florestais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 37, n. 91, p. 323-330, 2017.

FARIAS, C. C. M.; LOPES, J. C.; MENGARDA, L. H. G.; MACIEL, K. S.; MORAES, C. E. Biometria, características físicas e absorção de água de sementes de *Enterolobium maximum* Ducke. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 3, p. 1241-1253, 2019.

FERRAZ, D.; RAMALHO, W. P.; VALE, L. S. R. Methods for overcoming dormancy and seed storage of *Enterolobium contortisiliquum*. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 41, e42602, 2019.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FIGLIOLIA, M. B. (2015). **A pesquisa e o estabelecimento de técnicas para análise de sementes florestais no Brasil.** In: Piña-Rodrigues, F.C.M., Figliolia, M.B., &Silva, A. Sementes Florestais Tropicais: da ecologia à produção. Londrina: Abrates,286-288.

FREITAS, T. A. S.; NASCIMENTO, K. F.; MENDONÇA, A. V. R.; OLIVEIRA, L. F. B.; SOUZA, L. S. Temperatura e fotoperíodo sobre a germinação de sementes de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz. **Magistra**, v. 30, p.94-103, 2019.

GARCIA, G. O.; NAZÁRIO, A. A.; MORAES, W. B.; GONÇALVES, I. Z.; MADALÃO, J. C. Respostas de genótipos de feijoeiro à salinidade. **Engenharia na agricultura**, v.18, n.4, P. 330-338, 2010.

GHOLAMI, M.; MOKHTARIAN, F.; BANINASAB, B. Seed Halopriming Improves the Germination Performance of Black Seed (*Nigella sativa*) under Salinity Stress Conditions. **J. Crop Sci. Biotech**, v.18, n. 1, p. 21- 26, 2015.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; VIANA, J. S.; GONÇALVES, E. P.; LIMA, C. R.; SANTOS, S. R. N. Germinação e vigor de sementes de *Apeiba tibourbou* submetidas ao estresse hídrico e diferentes temperaturas. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 1, p. 45-53. 2013.

HILGERT, M. A.; SÁ, L. C.; MEDEIROS JÚNIOR, J. J.; LAZAROTTO, M.; SOUZA, P. V. D. Luminosidade e temperatura na germinação de sementes de noqueira-pecã. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 27, n. 1, p.74-89, 2021.

IBRAHIM, E.A. Seed priming to alleviate salinity stress in germinating seeds. **Journal of Plant Physiology**, v.192, n.15, p.38-46, 2015. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jplph.2015.12.011>.

JOSÉ, A. C.; SILVA, N. C. N.; FARIA, J. M. R.; PEREIRA, W. V. S. Influence of priming on *Eucalyptus* spp. seeds tolerance to salt stress. **Journal of Seed Science**, v. 38, n. 4, p. 329-334, 2016.

LAVEZO, A.; BRAGA, L. F.; BATISTÃO, A. C.; BONFANTE, L. V. Estresse osmótico na germinação de sementes de *Petiveria alliacea* L. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 4, p. 622-630, 2015.

LIMA JUNIOR, J. A.; SILVA, A. L. P. Estudo do processo de salinização para indicar medidas de prevenção de solos salinos. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 6, n. 11, p. 1-21, 2010.

LIMA, M. L. S.; ALVES, E. U.; ARAÚJO, L. R. FREIRE, E. S.; ALVES, M. M.; SILVA, B. F. Germinação e vigor de sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex. Tul. var. ferrea submetidas a diferentes regimes de luz e temperaturas. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 3, p. 1180-1186, 2019.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Ed. Instituto Plantarum, 2013. 384p.

LOZANO, E. C.; ZAPATER, M. A.; MAMANI, C.; FLORES, C. B.; GIL, M. N.; SUHRING, S. S. et al. Efecto de pretratamientos en semillas de *Enterolobium contortisiliquum* (Fabaceae) de la selva pedemontana argentina. **Bol. Soc. Argent. Bot.**, v. 51 (1), p. 79-87, 2016.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: ABRATES, 2015. 659 p.

MELLONI, M. L. G.; CRUZ, F. J. R.; SANTOS, D. M. M. D.; SOUZA, L. F. G. D.; SILVA, J. D.; SACCINI, V. A. V.; MONTEIRO, J. G. Espermidina exógena atenua os efeitos do NaCl na germinação e crescimento inicial de leguminosas forrageiras. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34; n. 3, p. 495-503, 2012.

MENEGATTI, R.; MANTOVANI, A.; NAVROSKI, M. C.; GUOLLO, K.; VARGAS, O. F.; SOUZA, A. G. Germinação de sementes de *Mimosa scabrella* Benth. submetidas a diferentes condições de temperatura, armazenamento e tratamentos pré-germinativos. **Revista de Ciências Agrárias**, V. 40, N. 2, P. 305-310, 2017.

NASCIMENTO, W. M.; COSTA, C. J. **Condicionamento osmótico de sementes de hortaliças**. In: Nascimento, W. M. (ed). Tecnologia de sementes de hortaliças. Embrapa Hortaliças: Brasília, 2009, 432 p.

NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; CORREIA, K. G.; SOARES, F. A. L.; ANDRADE, L. O. Crescimento e floração do girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada, **Revista Ciência Agronômica**, v.41, p.358- 365, 2010.

OLIVEIRA , K. J. B.; LIMA, J. S. S.; ANDRADE, L. I. F.; COSTA, J. A. M. A.; CRISPIM, J. F. Quebra de dormência de sementes de *Delonix regia* (Fabaceae). **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 3, p. 709-716, 2018.

OLIVEIRA, F. N.; FRANÇA, F. D.; TORRES, S. B.; NOGUEIRA, N. W.; FREITAS, R. M. O. Temperaturas e substratos na germinação de sementes de pereiro-vermelho (*Simira gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto). **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 4, p. 658-666, 2016.

- PEDÓ, T.; AISENBERG, G.R.; AUMONDE, T.Z.; VILELLA, F.A. Desempenho fisiológico de sementes e plântulas de genótipos de Cucurbitaceae e Solanaceae em ambiente salino. *Tecnologia e Ciência Agropecuária*, v.8, n.2, p.1-7, 2014.
- PEDROTTI, A.; CHAGAS, R. M.; RAMOS, V. C.; PRATA, A. N. Causas e consequências do processo de salinização dos solos. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 19, n. 2, p. 1308-1324, 2015.
- PELEGRINE, L. L.; BORCIONI, E.; NOGUEIRA, A. C.; KOEHLER, H. S.; QUOIRIN, M. G. G. Efeito do estresse hídrico simulado com NaCl, manitol e PEG (6000) na germinação de sementes de *Erythrina falcata* Benth. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 2, p. 511-519, 2013.
- PEREIRA, M. R. R.; MARTINS, C. C.; SOUZA, G. S. F.; MARTINS, D. Influência do estresse hídrico e salino na germinação de *Urochloa decumbens* e *Urochloa ruziziensis*. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 4, p. 537-545, 2012.
- PEREIRA, S. R.; OLIVEIRA, D. R.; LAURA, V. Priming of *Urochloa brizantha* cv. Xaraés seeds. **African Journal of Agriculture Research**, v. 13, n.1, p.2804-2807, 2018.
- PIRASTEH-ANOSHEH, H.; HASHEMI, S. E. Priming, a promising practical approach to improve seed germination and plant growth in saline conditions. **Asian Journal of Agriculture and Food Sciences**, v. 8, n. 1, p. 6-10, 2020.
- RAMALHO, L. R.; BENEDITO, C. P.; PEREIRA, K. T. O.; SILVA, K. C. N.; MEDEIROS, H. L. S. Hidrocondicionamento de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth e seus efeitos sobre a tolerância ao estresse salino. **Ciência Florestal**, v. 30, n. 1, p. 221-230, 2020.
- RAMOS, A. R.; BINOTTI, F. F. S.; SILVA, T. R.; SILVA, U, R. Bioestimulante no condicionamento fisiológico e tratamento de sementes de feijão. **Revista Biociências**, v. 21, n. 1, p. 76-88, 2015.
- RIBEIRO, R. C.; DANTAS, B. F.; MATIAS, J. R.; PELACANI, C. R. Efeito do Estresse Salino na Germinação e Crescimento Inicial de Plântulas de *Erythrina velutina* Willd. (Fabaceae). **Gaia Scientia**, v. 11, n. 4, 2017.

ROCHA, A. P.; MATOS, V. P.; SENA, L.H. M.; PACHECO, M. V.; FERREIRA, R. L. C. Métodos para superação da dormência em sementes de *Garcinia gardneriana* (Planch. & Triana) Zappi. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 2, p. 505-514, 2018.

SALES, M. A. L.; MOREIRA, F. J. C.; ELOI, W. M.; RIBEIRO, A. A.; SALES, F. A. L.; MONTEIRO, R. N. F. Germinação e crescimento inicial do coentro em substrato irrigado com água salina. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 9, n. 3, p. 221-227. 2015.

SALOMÓN, Y. L. O.; GEORGIN, J.; REIS, G. S.; LIMA, E. C.; OLIVEIRA, M. L. S.; FRANCO, D. S. P.; SCHADECK NETTO, M.; ALLASIA, D.; DOTTO, G. L. Utilization of Pacara Earpod tree (*Enterolobium contortisilquum*) and Ironwood (*Caesalpinia leiostachya*) seeds as low-cost biosorbents for removal of basic fuchsin. **Environmental Science and Pollution Research**, v.27, p. 33307-33320, 2020.

SANTOS, A. S.; LOPES, K. P.; RODRIGUES, M. H. B. S.; LIMÃO, M. A. R.; BARBOSA, L. S. Potencial da técnica do osmocondicionamento de sementes como estratégia para minimizar os efeitos da salinidade. **Meio Ambiente**, v.2, n.2. 056-061, 2020.

SANTOS, A. S.; LOPES, K. P.; RODRIGUES, M. H. B. S.; LIMÃO, M. A. R.; BARBOSA, L. S. Potencial da técnica do osmocondicionamento de sementes como estratégia para minimizar os efeitos da salinidade. **Meio Ambiente**, v. 2, n. 2, p. 56-61, 2020.

SANTOS, C. A.; SILVA, N. V.; WALTER, L. S.; SILVA, E. C. A.; NOGUEIRA, R. J. M. C. Germinação de sementes de duas espécies da caatinga sob déficit hídrico e salinidade. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 36, n. 87, p. 219- 224, 2016.

SANTOS, H. M; SANTOS, G.A. Superação de dormência em sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. **Enciclopédia Biosfera**, v. 6, p. 1, 2010.

SILVA, D. C.; ALVES, E. U.; MOURA, S.S.S.; URSULINO, M. M.; ARAÚJO, L. R. Estresse salino e diferentes temperaturas alteram a fisiologia em sementes de *Clitoria fairchildiana* Howard. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 3, p. 1129-1141, jul/set. 2019.

SILVA, M. F.; SILVA, J. N.; ALVES, R. M.; SILVA, E. F.; SILVA, M. A. D. **Research, Society and Development**, v. 9, n.8, p. 1-10, 2020.

SILVEIRA, J. A. G.; SILVA, S. L. F.; SILVA, E. N.; VIEGAS, R. A. **Mecanismos biomoleculares envolvidos com a resistência ao estresse salino em plantas**. In: Manejo da salinidade na agricultura: Estudo básico e aplicado / 2.ed. Editores: Hans Raj Gheyi, Nildo da Silva Dias, Claudivan Feitosa de Lacerda, Enéas Gomes Filho. Fortaleza, INCTSal, 2016. 504p. il.

SOUSA, H. G. A.; AGUIAR B. A. C.; EPIFÂNIO, M. L. F. G.; SILVA, R. C.; FONSECA, A. C. C.; SOUZA, P. B. Superação de dormência em sementes de *Apeiba tibourbou* Abul. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 7, n.2, p.320-324, 2019.

SOUZA, J. P.; MELO, N. M. J.; HALFELD, A. D.; REIS, J. N. Shading effects on leaf life span and functional traits in the widespread species *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 39, n. 1, p. 113-122, Jan.-Mar., 2017.

SPADETO, C.; MENGARDA, L. H. G.; PAULUCIO, M. C.; LOPES, J. C.; MATHEUS, M. T. Embebição, osmocondicionamento e viabilidade de sementes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel.) J. F. MACBR. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 1, p. 80-89, 2018.

TORRES, M. F. O.; FERREIRA, R. A.; PRATA, L. C. D.; SILVA-MANN. Seed longevity of *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. **Journal of Seed Science**, v.42, e202042032, 2020.

YAN, A.; CHEN, Z. The control of seed dormancy and germination temperature, light and nitrate. **The Botanical Review**. v. 86, p. 39-75, 2020.