



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

VALÉRIA NAYARA SILVA DE OLIVEIRA

**COMPORTAMENTO E TRATAMENTO EM SEMENTES DE JUCÁ (*Libidibia  
ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz var. *ferrea* ) SUBMETIDAS A SALINIDADE**

MOSSORÓ – RN

2021

VALÉRIA NAYARA SILVA DE OLIVEIRA

**COMPORTAMENTO E TRATAMENTO EM SEMENTES DE JUCÁ (*Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz var. *ferrea*) SUBMETIDAS A SALINIDADE**

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

Linha de Pesquisa: Tecnologias sustentáveis e recursos naturais do semiárido.

Orientadora: Profa. Dra. Clarisse Pereira Benedito

Coorientadora: Profa. Dra. Gardênia Silvana de Oliveira Rodrigues

MOSSORÓ - RN

2021

© 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.

O48c Oliveira, Valéria Nayara Silva de.  
COMPORTAMENTO E TRATAMENTO EM SEMENTES DE JUCÁ  
(Libidibia ferrea (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz  
var. ferrea ) SUBMETIDAS A SALINIDADE / Valéria  
Nayara Silva de Oliveira. - 2020.  
50 f. : il.

Orientadora: Clarisse Pereira Benedito  
Benedito.

Coorientadora: Gardênia Silvana de Oliveira  
Rodrigues Rodrigues.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal  
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em  
--Selecione um Curso ou Programa--, 2020.

1. Fabaceae. 2. Hidrocondicionamento. 3.  
Osmocondicionamento. 4. Estresse salino. 5.  
Sementes florestais. I. Benedito, Clarisse  
Pereira Benedito, orient. II. Rodrigues, Gardênia  
Silvana de Oliveira Rodrigues , co-orient. III.  
Título.

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.

VALÉRIA NAYARA SILVA DE OLIVEIRA

**COMPORTAMENTO E TRATAMENTO EM SEMENTES DE JUCÁ (*Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz var. *ferrea*) SUBMETIDAS A SALINIDADE**

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

Linha de Pesquisa: Tecnologias sustentáveis e recursos naturais do semiárido.

Defendida em: 29/01/2021.

**BANCA EXAMINADORA**



Profa. Dra. Clarisse Pereira Benedito (UFERSA)

Presidente



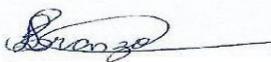
Profa. Dra. Gardênia Silvana de Oliveira Rodrigues (UFERSA)

Membro Interno do PPGATS



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

Membro Externo ao PPGATS



Profa. Dra. Leomara Vieira de França Cardozo (UESPI)

Membro Externo a UFERSA

**A Deus.**

**OFEREÇO**

*Aos meus pais, Francisca Antônia e Vanilson Xavier, à  
minha irmã, Walesca Natália, e ao meu esposo, Ademar  
Neto por todo apoio e incentivo durante essa jornada.  
Essa obra é dedicada a vocês.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre se fazer presente em todas as fases da minha vida, em todo tempo me iluminando, protegendo e dando-me sabedoria. Obrigada, Senhor, Tu és fiel!

A toda a minha família, especialmente, aos meus pais, Francisca Antônia e Vanilson Xavier, a minha irmã, Walesca Natália, por todo apoio, cuidado e estímulo durante essa trajetória. A vocês, todo o meu amor e gratidão.

Ao meu esposo, Ademar Neto, por toda parceria, amizade e incentivo. Obrigada, meu amor, por toda a sua dedicação e amor para comigo, sem teu apoio eu jamais teria chegado até aqui.

A UFERSA pela oportunidade de executar essa pesquisa e por todo incentivo durante toda graduação e pós-graduação, especialmente, ao PPGATS.

A minha orientadora, Clarisse Pereira, pela elaboração desse projeto, por toda paciência, atenção, amizade e apoio durante esses anos de pesquisa. Muito obrigada! A você, toda a minha admiração e respeito.

A todos do Laboratório de Análises de Sementes, em especial, Renata Torquato, Tatianne Alves, Kleane Pereira, Hohana Lissa, Kelem Nunes, Linara Ferreira e Hanna Lanier, por toda ajuda durante os experimentos, e acima de tudo, amizade e acolhimento.

Aos membros da banca, Prof<sup>a</sup> Dra. Gardênia Rodrigues, Prof. Dr. Salvador Torres e Prof<sup>a</sup> Dra. Leomara Cardozo, por terem aceitado o convite, e assim, contribuir com a melhoria desta pesquisa.

Ao Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental (NEMA) da Universidade Federal do Vale do São Francisco pela concessão de parte das sementes utilizadas neste estudo.

Enfim, agradeço a todos que direta e indiretamente contribuíram para realização deste trabalho.

Muito obrigada!

## RESUMO

OLIVEIRA, Valéria Nayara Silva de. **Condicionamento fisiológico em sementes de jucá (*Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz var. *ferrea*) submetidas a salinidade**. 2021. 50 f. Dissertação (Mestrado em Ambiente, Tecnologia e Sociedade) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, RN, 2021.

*Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz var. *ferrea*), conhecida por jucá, pertence a família Fabaceae com ampla distribuição nas regiões Norte e Nordeste do Brasil. Essa espécie é utilizada para fins medicinais, construção civil e recuperação de áreas degradadas. Embora seja adaptada a região semiárida, suas sementes podem ter a germinação e o vigor comprometidos devido a salinidade da água ou do solo, condições muito comuns na região Nordeste do Brasil. Nesse contexto, objetivou-se avaliar a qualidade fisiológica de sementes de *L. ferrea* submetidas ao estresse salino, como também verificar os efeitos do condicionamento fisiológico como mitigador deste estresse. Para isso, foram realizados dois experimentos, sendo o primeiro em delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 6, sendo dois lotes de sementes, submetidas a seis níveis de salinidade (0, 4, 8, 12, 16 e 20 dS m<sup>-1</sup>), com quatro repetições de 25 sementes. As sementes foram semeadas em substrato tipo papel-toalha previamente umedecido com soluções de NaCl e colocadas para germinar em câmara de germinação a 25 °C, durante 20 dias. No segundo experimento, o condicionamento consistiu em colocar as sementes em substrato tipo papel toalha umedecido com soluções de polietilnoglícol (PEG 6000) nos potenciais osmóticos de -0,2 e -0,4 MPa por 60 e 84 horas, respectivamente, e com água destilada por 36 horas a 25 °C. Em seguida, sementes com e sem condicionamento foram postas para germinar em substrato papel toalha umedecido com soluções de NaCl (12, 16 e 20 dS m<sup>-1</sup>) e água destilada (0 dS m<sup>-1</sup>) a 25 °C. Em ambos os experimentos, as variáveis analisadas foram: primeira contagem, germinação, comprimento de plântulas (parte aérea e raiz) e massa seca (parte aérea e raiz). A resposta a salinidade variou entre os lotes de *L. ferrea*, sendo que a germinação foi afetada negativamente pelo aumento da salinidade em apenas um dos lotes, enquanto o vigor foi prejudicado a partir de 12 dS m<sup>-1</sup> nos dois lotes. O hidrocondicionamento e osmocondicionamento das sementes proporcionaram maior tolerância ao estresse salino em comparação às não condicionadas, até 16 dS m<sup>-1</sup>.

**Palavras-chave:** Fabaceae, hidrocondicionamento, osmocondicionamento, estresse salino, sementes florestais.

## ABSTRACT

OLIVEIRA, Valéria Nayara Silva de. **Priming in jucá seeds (*Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz var. *ferrea*) submitted to salinity.** 2021. 50f. Dissertação (Mestrado em Ambiente, Tecnologia e Sociedade) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, RN, 2021.

The jucá ((Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz var. *ferrea*) belongs to the Fabaceae family, with a distribution in the North and Northeast regions, commonly used in household treatment, civil construction, and the degraded areas recovery. Although it is a species to the semiarid, may have compromised germination and vigor due to the water or soil salinity, conditions prevalent in Northeast Brazil. In this context, the objective was to evaluate the germination and vigor of *L. ferrea* seeds submitted to salt stress and the effects of priming on the tolerance of seeds offered to salinity. For this, we carried two experiments, the first being carried out in a completely randomized experimental design, in a 2 x 6 factorial scheme, with two lots and six levels of salinity (4, 8, 12, 16, and 20 dS m<sup>-1</sup>) and distilled water, with four repetitions of 25 seeds. We put the seeds to germinate on a paper towel substrate previously moistened with NaCl solutions and placed them to grow in a germination chamber at 25 °C for 20 days. In the second experiment, the conditioning consisted of placing the seeds on a paper towel-type substrate moistened with polyethylene glycol solutions (PEG 6000) at the osmotic potentials of -0.2 and -0.4 MPa for 60 and 84 hours, respectively, and with distilled water for 36 hours at 25 °C. Then, we place conditioned and unconditioned seeds to germinate on a paper towel substrate moistened with NaCl solutions (12, 16, and 20 dS m<sup>-1</sup>) and distilled water (0 dS m<sup>-1</sup>) at 25 °C. In both experiments, the variables analyzed were: first count, germination, seedling length (shoot and root), and dry matter (shoot and root). The response to salinity varied between *L. ferrea* lots, and germination was negatively affected by the increase in salinity in only one lot. At the same time, vigor was impaired from 12 dS m<sup>-1</sup> in the two lots taken. The seeds' hydro-priming and osmo-priming provided greater tolerance to salt stress than no priming seeds, up to 16 dS m<sup>-1</sup>.

**Keywords:** Fabaceae, hydro-priming, osmo-priming, saline stress, forest seeds

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO II

- Figura 1** – Primeira contagem (A), germinação (B), comprimento da parte aérea (C), comprimento da raiz (D), massa seca de raiz (E) e massa seca da parte aérea (F) de plântulas, de dois lotes de sementes de jucá (*Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz var. *ferrea*, submetidos a diferentes níveis de salinidade .....27

### CAPÍTULO III

- Figura 1** Curva de embebição em sementes de jucá (*Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz var. *ferrea*) submetidas ao hidrocondicionamento, osmocondicionamento em PEG -0,2 MPa e -0,4 MPa, a 25°C .....41
- Figura 2** – Primeira contagem de germinação (A), comprimento de raiz (B) e comprimento da parte aérea, a partir de sementes de jucá (*Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz var. *ferrea*) submetidas a diferentes níveis de salinidade e tipos de condicionamento fisiológico. ....43
- Figura 3** – Massa seca da raiz e massa seca da parte aérea de plântulas, oriundas de sementes de jucá (*Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz var. *ferrea*) submetidas a diferentes níveis de salinidade e tipos de condicionamento fisiológico. ....46

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO II

- Tabela 1** – Quadrados médios da primeira contagem (PC), germinação (G), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR), de dois lotes de sementes de jucá (*Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz var. *ferrea*), submetidos a diferentes níveis de salinidade .....26

### CAPÍTULO III

- Tabela 1** – Resumo da análise de variância para primeira contagem (PC), germinação (G), comprimento de raiz (CR), comprimento da parte aérea (CPA), massa seca de plântulas (MSP) e massa seca da raiz (MSR) de plântulas jucá (*Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz var. *ferrea*) submetidas à salinidade (S) e ao condicionamento fisiológico (CF). .....42
- Tabela 2** Efeito isolado dos tipos de condicionamento fisiológico e níveis de salinidade sobre o comprimento da parte aérea de plântulas de jucá (*Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz var. *ferrea*). .....45

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO GERAL E REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>10</b>
<b>1. INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>10</b>
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>11</b>
2.1. ( <i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz var. <i>ferrea</i> ).....	11
2.2. Estresse salino na germinação e vigor de sementes.....	13
2.3. Condicionamento fisiológico.....	15
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>17</b>
<b>CAPÍTULO II: Qualidade fisiológica de sementes de jucá (<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz var. <i>ferrea</i>) submetidas à salinidade .....</b>	<b>22</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>23</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>24</b>
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>25</b>
<b>4. CONCLUSÕES .....</b>	<b>31</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>32</b>
<b>CAPÍTULO III: Condicionamento fisiológico em sementes de jucá (<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. Ex Tul.) L.P. Queiroz var. <i>ferrea</i> sob estresse salino .....</b>	<b>35</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>37</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>38</b>
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>40</b>
<b>4. CONCLUSÃO .....</b>	<b>47</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>48</b>

# CAPÍTULO I

## INTRODUÇÃO GERAL E REFERENCIAL TEÓRICO

### 1. INTRODUÇÃO GERAL

O jucá (*Libidibia ferrea* Martius de basiônimo *Caesalpinia ferrea* Mart. Ex Tul.), família Fabaceae, é nativo do Brasil com ampla distribuição nas regiões Norte e Nordeste. Essa espécie é utilizada na construção civil, medicina caseira, paisagismo e recuperação de áreas degradadas (LORENZI, 2013). Normalmente produz abundante quantidade de sementes com dormência do tipo tegumentar (MAIA, 2012; DANTAS et al., 2015).

Embora o jucá seja uma espécie adaptada à região semiárida, a germinação de suas sementes e o crescimento das plantas podem ser comprometidos por conta da salinidade do solo ou da água, condições muito frequentes na região do Nordeste do Brasil. A salinidade é um problema crescente que afeta a produtividade das espécies em diversas regiões do mundo (SHABALA, 2013).

O efeito de solutos dissolvidos é semelhante à deficiência hídrica no solo, cujas plantas em situações de excesso de salinidade respondem de forma semelhante ao déficit hídrico. A toxidez é outro efeito que pode ser constatado quando o solo apresenta excesso de sal. Altas concentrações de sais totais nas células das plantas podem inativar as enzimas e inibir a síntese proteica (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Considerando que a salinidade é um dos fatores que promove a inibição no crescimento e produtividade vegetal, faz-se necessário a busca por alternativas que auxiliem na mitigação da ação degenerativa do estresse salino às culturas (NÓBREGA et al., 2020).

Neste sentido, o condicionamento fisiológico das sementes tem se mostrado como alternativa promissora, atenuando efeitos negativos do estresse salino. Em algumas espécies, essa técnica proporciona germinação mais uniforme e sincronizada, elevado índice de emergência e desenvolvimento de plântulas, mesmo sob condições de estresses abióticos adversos, além de elevada taxa de crescimento da parte aérea (ARUNKUMAR, JEGADEESWARI, USHAMALINI, 2019).

Agentes osmóticos tais como, cloreto de sódio (NaCl), nitrato de potássio (KNO<sub>3</sub>), sulfato de magnésio (MgSO<sub>4</sub>), cloreto de magnésio (MgCl<sub>2</sub>), ortofosfato de

potássio (KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>), sulfato de manganês (MnSO<sub>4</sub>), manitol e polietilenoglicol são os mais utilizados no condicionamento de sementes de diversas espécies. Em laboratório, esses agentes osmóticos simulam situações de escassez hídrica sem penetrar no tegumento das sementes devido ao tamanho de suas moléculas (MARCOS-FILHO, 2015).

A técnica do condicionamento já é uma prática muito utilizada para aumentar a velocidade de germinação e uniformidade de emergência em sementes de hortaliças, inclusive, com muitos tratamentos patenteados para algumas espécies (PAPARELLA et al., 2015). Resultados positivos desse procedimento em sementes florestais sob condições de estresse salino já foram verificados em sementes de acácia branca (*Moringa oleifera* Lam.) (SANTOS et al., 2011), faveira (*Dimorphandra mollis*) (MASETTO et al., 2014), eucalipto (*Eucalyptus* spp.) (JOSÉ et al., 2016) e catanduva (*Piptadenia moniliformis*) (RAMALHO et al., 2020).

Dessa maneira, objetivou-se avaliar a qualidade fisiológica de sementes de jucá submetidas a diferentes níveis de salinidade, como também, verificar os efeitos do condicionamento fisiológico sobre as sementes submetidas ao estresse salino.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2. 1. (*Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz var. *ferrea*)**

*Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz var. *ferrea*, conhecida vulgarmente por “jucá” ou “pau-ferro”, é uma espécie nativa do Brasil com ampla distribuição nas regiões tropical e subtropical (FREITAS et al., 2012). Adapta-se bem a essas regiões, sendo comumente encontrada em florestas de clima seco e semiárido, características típicas do ecossistema Caatinga (BORGES et al., 2012).

A espécie *L. ferrea* possui grande porte (10 a 15 metros), tronco liso e diâmetro em torno de 40 a 60 cm com presença de manchas claras. As folhas são do tipo bipinadas com folíolos oblongos, ovalados ou obovais. Suas flores são pequenas e amarelas, formadas em cachos. O fruto é do tipo vagem indeiscente, achatado, com coloração escura quando maduros (LORENZI, 2013).

O número médio de sementes de *L. ferrea* por fruto varia de dois a sete, com média de cinco por fruto (SILVA et al., 2017). Em trabalho conduzido por Galdino et al. (2007), constatou-se seis a doze sementes por fruto, predominando a média de nove. A eficiência do processo de polinização é um dos fatores que influenciam nessa variação. Pois quanto maior a quantidade de grãos de pólen viáveis e compatíveis que alcançam o estigma da flor, maior será o número de óvulos fertilizados e, conseqüentemente, a produção de sementes (NASCIMENTO; LIMA; CARMONA, 2011).

As sementes de *L. ferrea* são do tipo ortodoxa, podendo ser armazenadas por longo período, em baixas temperaturas sem interferir na viabilidade, sendo esta superior a oito meses, característica comum entre as sementes florestais (SENA; GARIGLIO, 2008). Apresentam dormência tegumentar que atua influenciando na absorção de água, particularidade bem comum em sementes de Fabáceas (NOGUEIRA et al., 2010). Essa especificidade atua como estratégia de sobrevivência, pois contribui para melhor distribuição da germinação no tempo e no espaço, porém, torna-se um fator limitante à sua propagação e ao cultivo em grande escala (ARAÚJO; SILVA; FERRAZ, 2018).

Diversos trabalhos têm sido realizados com tratamentos pré-germinativos para sementes de *L. ferrea*. As Instruções para Análise de Sementes Florestais recomendam o uso de escarificação mecânica com lixa (BRASIL, 2013). Esse método apesar de ser de baixo custo e de fácil execução, torna-se inviável para grandes quantidades de sementes, pois é mais demorado, além do comprometimento da uniformidade durante o processo de escarificação.

O emprego do ácido sulfúrico por 18 a 20 minutos proporcionou maiores porcentagens e uniformidade de emergência para sementes de *L. ferrea* (ALVES et al., 2009). Nesse sentido, Oliveira et al. (2017) verificaram que os métodos mais adequados para superar a dormência tegumentar de sementes dessa mesma espécie são escarificação química com imersão em ácido sulfúrico (98%) por 5 ou 10 minutos, escarificação física com lixa n° 120 e o desponte do tegumento.

Diversas partes de *L. ferrea*, como casca, folhas, frutos e sementes, têm sido amplamente utilizadas por seres humanos na medicina popular por meio de chás, decocções, infusões, xaropes e macerações para inúmeros fins terapêuticos, incluindo: cicatrizante, antiinflamatório, homeostático, anti-séptico, distúrbios respiratórios, reumatismo e gastrite (BUENO et al., 2019; SANTOS et al., 2019). Além disso, folhas,

frutos, vagens e cascas já foram relatadas na literatura como tendo propriedades antibacterianas, antifúngicas, antiinflamatórias, antioxidantes, antidiabéticas e antiulcerogênicas (HASSAN et al., 2015; VELOSO et al., 2020).

Essa espécie também possui potencial para ser utilizada na arborização urbana, construção civil e marcenaria (LORENZI, 2013). Por ser uma árvore tolerante a áreas abertas, *L. ferrea* tem potencial para ser utilizada em programas de reflorestamento de áreas degradadas ou como vegetação marginal dos cursos de água, controlando a erosão e o assoreamento dos rios (SANTOS; SOUZA; SILVA-MANN, 2012).

## **2.2 Estresse salino na germinação e vigor de sementes**

No sistema de produção agrícola a disponibilidade de água de qualidade é primordial para o sucesso desta atividade. Entretanto, determinadas regiões como as do semiárido apresentam baixa pluviosidade, tornando necessário o uso de água de qualidade inferior, geralmente com elevada concentração de sais do tipo cloreto de sódio. O excesso de sais na água de irrigação pode afetar o crescimento vegetal, sendo ainda mais severo durante a germinação das sementes e desenvolvimento inicial das plântulas (SANTOS et al., 2020).

O processo inicial da germinação é identificado pela absorção de água por embebição. Contudo, é preciso que a semente absorva um nível adequado de água, proporcionando a reativação dos processos metabólicos (BRAGA; SOUSA; ALMEIDA, 2009). Sendo assim, em situações de excesso de sal, ocorre à diminuição do potencial hídrico do meio de crescimento e o aumento do gradiente osmótico entre o solo e as sementes, dificultando assim o mecanismo de embebição, e conseqüentemente, decréscimo do processo germinativo (MELLONI et al., 2012).

O estresse salino além de restringir a absorção de água, também causa toxicidade, devido aos íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ . Esse estresse acarreta o desequilíbrio iônico no citoplasma celular, o que pode levar à formação de espécies reativas de oxigênio (ERO) que causam peroxidação lipídica da membrana, danos ao DNA, desnaturação de proteínas, oxidação de carboidratos e diminuição da atividade enzimática (LI et al., 2018; LIU et al., 2019). Além disso, pode comprometer a divisão e diferenciação celular, atividade de enzimas responsáveis por captar e distribuir nutrientes,

ocasionando atrasos na emergência das plântulas e mobilização das reservas, e, com isso, diminuindo a viabilidade das sementes (VOIGT et al., 2009).

Estudos sobre estresses em sementes tem bastante relevância, principalmente no que se refere à ecofisiologia, pois avalia os limites de tolerância e capacidade de adaptabilidade das espécies, além do mais, o fato das sementes de algumas espécies germinarem e se desenvolverem em condições de estresse ambiental, atribuem vantagens ecológicas em comparação a outras espécies que são mais sensíveis (LAVEZO et al., 2015).

As plantas podem ser classificadas de acordo com a sua resposta à salinidade. As glicófitas, quando são extremamente sensíveis a níveis baixos de salinidade; já as halófitas, conseguem se desenvolver bem em condições de alta salinidade. Essa adaptação a diferentes níveis de salinidade propicia elevada mudança quanto ao crescimento e desenvolvimento das espécies em reação a essa condição (SANTANA et al., 2007).

Trabalhos recentes demonstram os efeitos negativos causados pelo uso de águas salinizadas durante a germinação, crescimento e produção de espécies florestais. Nesse sentido, Bezerra et al. (2020) verificaram que o aumento da salinidade da água de irrigação diminuiu a emergência de plântulas e crescimento das mudas de *L. ferrea*. Em sementes de *Ceiba speciosa* e *Ochroma pyramidale*, Carvalho et al. (2020) constataram que o estresse salino promovido pelo NaCl provocou reduções nos valores de porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento da parte aérea e raiz, além de decréscimo no acúmulo de massa fresca e seca nas plântulas de ambas as espécies.

A germinação e o desenvolvimento de plântulas de *O. pyramidale* foram reduzidos à medida que os potenciais se tornaram mais negativos (CRUZ et al., 2020). Em estudo sobre a tolerância a salinidade com 16 espécies da família Fabaceae, constatou-se que *Sesbania grandiflora*, *Senna siamea* e *Dalbergia cochinchinensis* foram apontadas como as mais tolerantes ao nível de salinidade de 24 dSm<sup>-1</sup>, com germinação acima de 70% (KU-OR et al., 2020). Sementes de *Erythrina velutina* demonstraram sensibilidade a salinidade da água de irrigação a partir do nível de 50 mM de CaCl<sub>2</sub>, prejudicando a emergência e o desenvolvimento inicial das plântulas (SILVA et al., 2019a). O decréscimo nos níveis de potencial osmótico das soluções salinas

(NaCl) provocou redução na germinação e no vigor das sementes de *Clitoria fairchildiana* Howard, sendo classificada como glicófitas (SILVA et al., 2019b).

Sementes de *Mimosa ophthalmocentra* germinaram satisfatoriamente sob salinidade de 20 dS m<sup>-1</sup> e temperaturas inferiores a 30°C, entretanto, o crescimento inicial das plantas foi satisfatório até a salinidade de 12 dS m<sup>-1</sup> para a mesma temperatura (NOGUEIRA et al., 2018).

### **2.3 Condicionamento fisiológico**

O condicionamento é um tratamento pré-germinativo que consiste na hidratação controlada das sementes, permitindo a reativação das atividades metabólicas, sem emissão da radícula. Essa técnica tem como objetivo aumentar a velocidade e uniformidade de germinação das sementes, particularmente sob condições adversas de temperatura e salinidade (ARUNKUMAR, JEGADEESWARI, USHAMALINI, 2019).

O procedimento pode ser aplicado nas sementes de diversas maneiras, como imersão direta em água, umedecimento de substratos para embebição e contato com substâncias que realizam o osmocondicionamento (OLIVEIRA, 2020).

O hidrocondicionamento é uma técnica simples e econômica, no qual as sementes são embebidas em água por um período específico e podem ou não ser secadas a um determinado nível de umidade antes da semeadura. Esta tecnologia é útil em áreas com condições ambientais adversas, incluindo altas temperaturas e estresse hídrico. Os principais fatores que afetam o desempenho dessa técnica são a espécie, duração, temperatura, meios de condicionamento, concentração e condições de armazenamento e qualidade inicial da semente (SINGH et al., 2015).

No condicionamento osmótico, geralmente são utilizados sais orgânicos, como o nitrato de potássio (KNO<sub>3</sub>), cloreto de sódio (NaCl), cloreto de magnésio (MgCl<sub>2</sub>), sulfato de manganês (MnSO<sub>4</sub>), e outras substâncias orgânicas, como o manitol e polietilenoglicol (PEG), porém, este é o mais predominante em pesquisas 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 definição do potencial osmótico e o tempo de embebição das sementes, são consideradas as principais dificuldades relacionadas a técnica do condicionamento, pois períodos acima do recomendado podem ser suficiente para promover o início da germinação (NASCIMENTO; COSTA, 2009).

Pesquisas têm validado os efeitos benéficos do condicionamento fisiológico em sementes de espécies florestais. Sementes de *Peltophorum dubium* condicionadas com PEG (-0,6 MPa) resultaram em melhoria na germinação e no vigor das plântulas (MISSIO et al., 2018). Esses autores, também, verificaram que a técnica reduziu o tempo de germinação, proporcionando maior uniformidade e menor probabilidade de influência de fatores bióticos e abióticos.

Da mesma forma, sementes osmocondicionadas de *Apuleia leiocarpa* mantiveram a viabilidade fisiológica com maior índice de velocidade e porcentagem de germinação quando submetidas a -0,8 MPa de PEG 6000; enquanto que, as osmocondicionadas em -0,4 MPa de PEG tiveram redução linear destas mesmas variáveis, como também do comprimento e da biomassa seca das plântulas (SPADETO et al., 2018). O condicionamento osmótico a -0,3 MPa (PEG 6000) em sementes de *Mimosa scabrella* Benth. beneficiou a germinação e a formação de plântulas (AVRELLA et al., 2017).

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. V.; SILVA, M. A. D.; FERRAZ, A. P. F. Superação de dormência de sementes de *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) LP Queiroz var. *ferrea*. **Magistra**, v. 29, n. 3/4, p. 298-304, 2018.

ALVES, E. U.; BRUNO, R. L. A.; OLIVEIRA, A. P.; ALVES, A. U.; ALVES, A. U. Escarificação ácida na superação de dormência de sementes de pau ferro (*Caesalpinia ferrea* Mart.ex Tu var. *leiostachya* Benth.). **Revista Caatinga**, v. 22, n. 1, p. 37-47, 2009.

ARUNKUMAR, K.; JEGADEESWARI, V.; USHAMALINI, C. Seed priming technology in spice crops: A review. **Journal of Phytology**, v.11, p. 21-24, 2019.

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 – CONGREGA URCAMPO**, p. 1009-1024, 2017.

BEZERRA, L. T.; SANTOS FARIAS, A.; SOUTO, P. C.; FERREIRA, V. M.; ARAÚJO NETO, J. C.; NASCIMENTO, H. H. C. Emergência e crescimento inicial de plântulas de *Libidibia ferrea* (Mart. exTul.) em diferentes níveis de salinidade na água de irrigação. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 3, n. 3, p. 1126-1140, 2020.

BORGES, L. A.; SOUZA, L. G. R.; GUERRA, M.; MACHADO, I. C.; LEWIS, G. P.; LOPES, A. V. Reproductive isolation between diploid and tetraploid cytotypes of *Libidibia ferrea* (*Caesalpinia ferrea*) (Leguminosae): ecological and taxonomic implications. **Plant System and Evolution**, v. 298, p. 1371-1381, 2012.

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

BUENO, N. R.; CAMPOS, É. P.; SILVA, M. S.; REZENDE, K. S.; LIMA, B. B. M. Levantamento Etnofarmacológico e Farmacológico de Plantas Medicinais Comercializadas em Rondonópolis (MT). **Biodiversidade**, v. 2, p. 2–20, 2019.

CARVALHO, J. S. B.; COSTA, E. N.; PAMPLONA, A. L. Q.; CHAGAS, C. T. G.; SARAIVA, M. P.; RODRIGUES, A. E.; PAMPLONA, V. M. S.; QUADROS, B. R. Estresse salino por NaCl em sementes de Paineira e Pau de Balsa. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n.6, p.42134-42146, 2020.

CRUZ, V. S.; YAMASHITA, O. M.; KARSBURG, I. V.; CARVALHO, M. A. C.; DALLACORTE, R.; ROSSI, A. A. B.; SILVA, I. V. Efeito da salinidade na germinação e desenvolvimento de plântulas de *Ochroma pyramidale*. **Nativa**, v. 8, n. 2, p. 239-245, 2020.

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.

DANTAS, J. M.; DA COSTA, M. V.; SOUSA, D. M. M.; MAIA, C. E. Quebra de dormência em sementes de *Libidibia ferrea* Martius. **Blucher Chemistry Proceedings**, v. 3, n. 1, p. 683-689, 2015.

FREITAS, A. C. C.; XIMENES, N. C. A.; AGUIAR, J. S.; NASCIMENTO, S. C.; LINS, T. U. L.; MAGALHÃES, L. R. COELHO, L. C. B. B.; CARNEIRO-DA-CUNHA, M. G.; GONÇALVES-SILVA, T.; CORREIA, M. T. S. Biological activities of *Libidibia (Caesalpinia) férrea* var. *parvifolia* (Mart. ExTul.) L. P. Queiroz podpreparations. **Evidence Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2012, p. 1-7, 2012.

GALDINO, G.; MESQUITA, M. R.; FERRAZ, I. D. K.; Descrição morfológica da plântula e diásporos de *Caesalpinia ferrea* Mart. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre- RS, v. 5, n. 2, p. 747-749, 2007.

HASSAN, S. K.; EL-SAMMAD, N. M.; MOUSA, A. M.; MOHAMMED, M. H.; HASHIM, A. N. E.; WERNER, V.; NAWWAR, M. A. E. M. Hypoglycemic and antioxidant activities of *Caesalpinia ferrea* Martius leaf extract in streptozotocin-induced diabetic rats. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, v. 5, n. 6, p. 462-471, 2015.

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.

KU-OR, Y.; LEKSUNGNOEN, N.; ONWIMON, D.; DOOMNIL, P. Germination and salinity tolerance of seeds of sixteen Fabaceae species in Thailand for reclamation of salt-affected lands. **Biodiversitas**, v. 21, n. 5, p. 2188-2200, 2020.

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.

LI, Z.; GAO, Y.; ZHANG, Y.; LIN, C.; GONG, D.; GUAN, Y.; HU, J. Reactive oxygen species and gibberellin acid mutual induction to regulate tobacco seed germination. **Frontiers in Plant Science**, v. 9, p. 1279, 2018.

LIU, L.; XIA, W., LI, H.; ZENG, H.; WEI, B.; HAN, S.; YIN, C. Salinity inhibits rice seed germination by reducing  $\alpha$ -amylase activity via decreased bioactive gibberellin content. **Frontiers in Plant Science**, v. 9, p. 275, 2018.

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

MAIA, G. N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. 2. ed. Fortaleza: Printcolor, p. 413, 2012.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2 ed. Londrina: ABRATES, p. 659, 2015.

MASETTO, T. E., SCALON, S. D. P. Q., REZENDE, R. K. S., OBA, G. C., GAMBATTI, M., PATRÍCIO, V. S. Germinação de sementes de *Dimorphandra mollis* Benth.: efeito de salinidade e condicionamento osmótico. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 12, n. 3, 2014.

MISSIO, E. L.; NUNES, U. R.; SALDANHA, C. W.; MALDANER, J., KIST STEFFEN, G. P.; MORAIS, R. M. Seeds of *Peltophorum dubium* submitted to osmotic conditioning increases germination and vigor. **Brazilian Journal of Forest Research Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 38, n.9, p. 1-9, 2018.

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.

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, p. 432, 2009.

NASCIMENTO, W. N.; LIMA, G. P.; CARMONA, R. Influência da quantidade de pólen na produção e qualidade de sementes híbridas de abóbora. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 1, p. 29-25, 2011.

NÓBREGA, J. S.; BRUNO, R. L. A.; FIGUEIREDO, F. R. A.; SILVA, T. I.; SILVA, R. T. LOPES, K. P. Effects of irrigation water salinity and salicylic acid on germination and vigor of *Mesosphaerum suaveolens* (L.) Kuntze. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 41, n. 5, p. 1507-1516, 2020.

NOGUEIRA, N. W.; MARTINS, H. V. G.; BATISTA, D. P.; RIBEIRO, M. C. C.; BENEDITO, C. P. Grau de dormência das sementes de jucá em função da posição na vagem. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 5, n. 1, p. 39-42, 2010.

NOGUEIRA, N. W.; TORRES, S. B.; FREITAS, R. M. O.; SANTOS, P. C. S.; SÁ, F. V. S.; LEITE, M. S. Salt stress and temperatures on the germination and initial growth of jurema-de-embira (*Mimosa ophthalmocentra*) seedlings. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 22, n. 4, p. 273-287, 2018.

OLIVEIRA, T. F. **Condicionamento fisiológico de sementes de *Urochloa* spp.** 2020. 109 f. Tese (Doutorado em Agronomia/ Fitotecnia), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2020.

OLIVEIRA, K. J. B.; LIMA, J. S. S.; ANDRADE, L. I. F.; JÚNIOR, J. N.; BENEDITO, C. P.; CRISPIM, J. F. Métodos para superação da dormência tegumentar em sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, n. 4, p. 648-654, 2017.

PAPARELLA, S.; ARAUJO, S.; ROSSI, G.; WIJAYASINGHE, M.; CARBONERA, O.; BALESTRAZZI, A. Seed priming: state of the art and new perspectives. **Plant Cell Reports**, n. 34, p. 1281-1293, 2015.

RAMALHO, L. B., 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, 2020.

SANTANA, M. J.; CARVALHO, J. A.; SOUZA, K. J.; SOUSA, A. M. G.; VASCONCELOS, C. L.; ANDRADE, L. A. B. Efeitos da salinidade da água de irrigação na brotação e desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp) e em solos com diferentes níveis texturais. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.5, p.1470-1476, 2007.

SANTOS, A. R. F.; MANN, R.; FERREIRA, R. A.; BRITO, A. S., Water pre-hydration as priming for *Moringa oleifera* Lam. seeds under salt stress. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, v. 14, p. 201-2017, 2011.

SANTOS, A. R. F. D.; SOUZA, E. M. D.; SILVA-MANN, R. Perfis enzimáticos de genótipos de *Caesalpinia ferrea* var. *leyostachia* e *Cassia grandis*. **Floresta e Ambiente**, v. 17, n. 1, p. 37-43, 2012.

SANTOS, E. Q.; SILVA COSTA, J. F.; SILVA PEREIRA, M. D. G.; COSTA, J. M.; DE SOUSA, R. L. Etnobotânica da flora medicinal de quintais na comunidade Mamangal, Rio Meruú, Igarapé-Miri, Pará. **Scientia Plena**, v. 15, n. 5, p. 2019.

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.

SENA, C.M.; GARIGLIO, M.A.; **Sementes florestais**: colheita, beneficiamento e armazenamento. Natal: MMA. Secretaria de Biodiversidade e Florestais. Departamento de Florestais. Programa Nacional de Florestais. Unidade de Apoio do PNF no Nordeste, p. 28, 2008.

SHABALA, S. Learning from halophytes: Physiological basis and strategies to improve abiotic stress tolerance in crops. **Annals of Botany**, n. 112, p. 1209-1221, 2013.

SILVA, E. C. A.; COSTA, J. R. S.; COSTA, P. C. F.; ALCANTARA, A. M. A.C.; SANTOS, C. A.; NOGUEIRA, R. J. M. C. Salinidade na emergência e no crescimento inicial de mulungu. **Ciência Agrícola**, v. 17, n. 1, p. 63-69, 2019a.

- SILVA, D. C.; ALVES, E. U.; SANTOS-MOURA, 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, 2019b.
- SILVA, R. M.; CARDOSO, A. D.; DUTRA, F. V.; MORAIS, O. M. Aspectos biométricos de frutos e sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. provenientes do semiárido baiano. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, n. 3, p. 85-91, 2017.
- SINGH, H.; JASSAL, R.K.; KANG, J.S.; SANDHU, S.S.; KANG, H.; GREWAL, K. Seed priming techniques in field crops-a review. **Agriculture Review**, v. 36, n. 4, p. 251-264, 2015.
- SPADETO, C.; MENGARDA, L. H. G.; PAULUCIO, M. C.; LOPES, J. C.; MATHEUS, M. T. Embebição, osmocondicionamento e viabilidade de sementes de *Apuleialeio carpa* (Vogel.) J. F. MACBR. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 1, p. 80-89, 2018.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, p. 918, 2013.
- VELOSO, D. J.; ABRÃO, F.; MARTINS, C. H.; BRONZATO, J. D.; GOMES, B. P.; HIGINO, J. S.; SAMPAIO, F. C. Potential antibacterial and anti-halitosis activity of medicinal plants against oral bacteria. **Archives of Oral Biology**, v. 110, p. 104585, 2020.
- VILLELA, F. A.; DONI-FILHO, L.; SEQUEIRA, E. L. Tabela de potenciais osmóticos em função da concentração de polietilenoglicol 6000 e da temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 26, n. Especial, p. 1957-1968, 1991.
- VOIGT, E. L.; ALMEIDA, T. D.; CHAGAS, R. M.; PONTE, L. F. A.; VIÉGAS, R. A.; SILVEIRA, J. A. G. Source sink regulation of cotyledonary reserve mobilization during cashew (*Anacardium occidentale*) seedling establishment under NaCl salinity. **Journal of Plant Physiology**, v. 166, n. 1, p. 80-89, 2009.

## CAPÍTULO II

### Qualidade fisiológica de sementes de jucá (*Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz var. *ferrea*) submetidas à salinidade

**RESUMO** - A germinação das sementes se inicia com a absorção de água por imbibição. A alta concentração de sais reduz o potencial osmótico do meio, podendo limitar esse processo, retardando ou impedindo o crescimento da plântula e chances de sobrevivência. Objetivou-se avaliar o efeito do estresse salino na germinação e vigor de sementes de *L. ferrea*. O experimento foi realizado sob delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 6, sendo dois lotes de sementes submetidos a seis níveis de condutividade elétrica da água salina (0; 4,0; 8,0; 12; 16 e 20 dS m<sup>-1</sup>), com quatro repetições de 25 sementes. As variáveis analisadas foram primeira contagem, germinação, comprimento de plântulas (parte aérea e raiz) e massa seca (parte aérea e raiz). A qualidade fisiológica da semente é reduzida com o aumento da salinidade. Há diferença de tolerância à salinidade entre os lotes, sendo o lote 1 mais tolerante ao aumento da salinidade. O lote I iniciou a redução de qualidade fisiológica com 8,0 dS m<sup>-1</sup> e o lote II a 4,0 dS m<sup>-1</sup>.

**Palavras-chave:** Fabaceae, estresse salino, tolerância, germinação, vigor.

### Physiological quality of jucá seeds (*Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz var. *ferrea*) submitted to salinity

**ABSTRACT** - The germination of the seeds begins with the absorption of water by imbibition. The high concentration of salts reduces the medium's osmotic potential, limiting germination, slowing or preventing seedling growth and development and its chances of survival. The objective was to evaluate the effect of salt stress on the germination and vigor of *L. ferrea* Mart. seeds. The experiment was carried out under a completely randomized design, in a 6 x 2 factorial scheme, with six electrical conductivity levels (0; 4.0; 8.0, 12, 16, and 20 dS m<sup>-1</sup>) for saline solutions and two seed lots, with four replications of 25 seeds. The variables analyzed were first count, germination, seedling length (aerial part and root) and dry mass (aerial part and root). The physiological quality of the seed is reduced with increasing salinity. There is a difference in tolerance to salinity between batches, with batch 1 being more tolerant to increased salinity. Lot I started to reduce physiological quality with 8.0 dS m<sup>-1</sup> and lot II to 4.0 dS m<sup>-1</sup>.

**Keywords:** Fabaceae, saline stress, tolerance, germination, vigor.

## 1. INTRODUÇÃO

*Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz var. *ferrea*, conhecida como “júcá” ou “pau-ferro”, pertencente a família Fabaceae - Caesalpinoideae, é uma espécie nativa do Brasil, encontrada principalmente nas regiões Nordeste e Norte do país. Destaca-se entre as espécies florestais nativas por ser utilizada para diversos fins, como construção civil, medicinal (humana e veterinária) e reflorestamento (LORENZI, 2013). Seus frutos são do tipo legume indeiscente, cujas sementes apresentam dormência tegumentar.

Em condições naturais, as plantas estão sujeitas a estresses que limitam o seu desenvolvimento e suas chances de sobrevivência, entre estes, destaca-se a salinidade. Em regiões áridas e semiáridas, a salinização do solo representa limitação para o estabelecimento e crescimento de espécies (BUI 2013; PARIHAR et al., 2014). O efeito negativo desse estresse na germinação e viabilidade das sementes quando combinado a altas temperaturas pode representar maior dificuldade para a sobrevivência e distribuição da espécie (DEL VECCHIO et al., 2018).

Em geral, a salinidade representa uma séria restrição ao crescimento das culturas e à produtividade de espécies vegetais sensíveis ao sal. Durante o início e o desenvolvimento do estresse salino dentro de uma planta, todos os principais processos são alterados e apenas os genótipos tolerantes são capazes de sobreviver ao estresse severo da salinidade e / ou mitigar as perdas de rendimento sob condições de estresse (FOTI, KHAL, PAVLI, 2019).

Os efeitos dos sais sobre a germinação das sementes e sua atuação são, principalmente, redução da porcentagem e velocidade de germinação. No entanto, esses efeitos são variáveis para cada espécie, o que torna importante os estudos para identificar os níveis de tolerância e a capacidade de sobrevivência em ambientes com estas características (SILVA et al., 2019).

Uma vez que o aumento da salinidade dos solos está associado à redução dos seus potenciais ao ponto de limitar a germinação de sementes, tornam-se relevantes os estudos de germinação e desenvolvimento inicial das plântulas de espécies nativas, sobretudo aquelas comumente utilizadas em projetos de reposição de cobertura vegetal em áreas degradadas (BETONI, SCALON; MUSSURY, 2011). Além disso, para reprodução natural em áreas afetadas pela salinidade, é necessário estudar e identificar

espécies que produzam sementes tolerantes a altas condições de salinidade (KU-OR et al., 2020).

Considerando que o estudo da tolerância à salinidade na fase de germinação e crescimento inicial de plantas é de fundamental importância, já que a salinidade do solo é um fator limitante para o cultivo de muitas espécies, objetivou-se avaliar a qualidade fisiológica de sementes de *L. ferrea* submetidas ao estresse salino.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes pertencente ao Departamento de Ciências Agrônômicas e Florestais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido no período de julho a novembro de 2019.

Os dois lotes de sementes de *L. ferrea* foram provenientes de duas localidades distintas. O lote I foi constituído por sementes beneficiadas, cedidas pelo Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental da Universidade Federal do Vale do São Francisco em fevereiro de 2019; já o lote II foi obtido a partir de frutos maduros no campus da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, campus Mossoró (5° 11' de latitude sul e 37° 20' de longitude oeste e altitude média de 18 m), coletados entre julho/agosto de 2019. As sementes foram extraídas com uso de martelo e, logo em seguida, eliminou-se todas as sementes atacadas por insetos e mal formadas. Ambos os lotes permaneceram armazenados em garrafas plásticas em ambiente controlado (17 °C e 40% UR), por um período de 2 meses, até a realização do experimento.

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições de 25 sementes, em esquema fatorial 2 x 6, constituído por dois lotes e seis níveis de salinidade da água (0, 4, 8, 12, 16 e 20 dS m<sup>-1</sup>). Para isso, foram preparadas soluções com cloreto de sódio (NaCl) e água destilada, cujos níveis foram ajustados com auxílio de um condutivímetro de bancada. Para o nível 0 dS m<sup>-1</sup>, utilizou-se apenas água destilada.

Previamente, as sementes foram submetidas ao tratamento pré-germinativo, colocadas em um Becker de 100 mL, permanecendo imersas no ácido sulfúrico durante 20 minutos (ALVES et al., 2009) e, em seguida, lavadas em água corrente e depois enxaguadas em água destilada, sendo posteriormente colocadas sobre papel-toalha. Logo após, as sementes foram tratadas com fungicida Manfil® na dose de 1,5 g/ Kg de sementes, para evitar possíveis contaminações por fungos. A semeadura foi realizada

sobre em três folhas de papel-toalha, sendo duas como base e uma terceira para cobrir, umedecidas com o equivalente a 2,5 vezes o peso seco dos papéis com as soluções descritas anteriormente. Após a semeadura, os papéis foram enrolados e acondicionados em saco plástico transparente e vedados, para reduzir a perda de umidade e mantidos em estufa de germinação, a 25 °C, e fotoperíodo de oito horas, durante 20 dias (BRASIL, 2013).

As variáveis analisadas foram: a) Primeira contagem de germinação: considerou-se o quinto dia para realização desta avaliação, adotando-se como critério a emissão da raiz primária, cujos resultados foram expressos em porcentagem; b) Germinação: adotou-se como critério a formação de plântulas normais, cujos os resultados foram expressos em porcentagem; c) Comprimentos de partes aérea e raiz primária de plântulas normais - no final do teste de germinação, todas as plântulas normais foram medidas com auxílio de uma régua graduada em centímetros. A mensuração da parte aérea foi feita desde a inserção da porção basal da raiz primária ao ápice da parte aérea; já para o comprimento da raiz primária, tomou-se a medida desde a parte apical ao ponto basal da raiz primária e os resultados expressos em centímetros (cm); d) Massa seca de plântulas – após as medições das partes aérea e raiz, as plântulas foram acondicionadas em sacos de papel separadas por tratamento e colocadas para secar em estufa de circulação forçada de ar a 60 °C por 72 h. Em seguida, pesou-se em balança de precisão e os resultados expressos em miligramas por plântula (mg plântula<sup>-1</sup>).

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e, quando o efeito dos lotes foi significativo, as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Os níveis de potenciais osmóticos foram analisados por meio de regressões, e o valor de F corrigido. As análises foram realizadas pelo software Sisvar (FERREIRA, 2011).

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados demonstram que houve interação significativa entre os fatores para as variáveis analisadas, exceto para o comprimento de raiz que apresentou apenas efeito significativo isolado (Tabela 1). Além disso, os resultados indicaram que os lotes de *L. ferrea* apresentaram comportamento diferente quando expostos ao mesmo nível de salinidade.

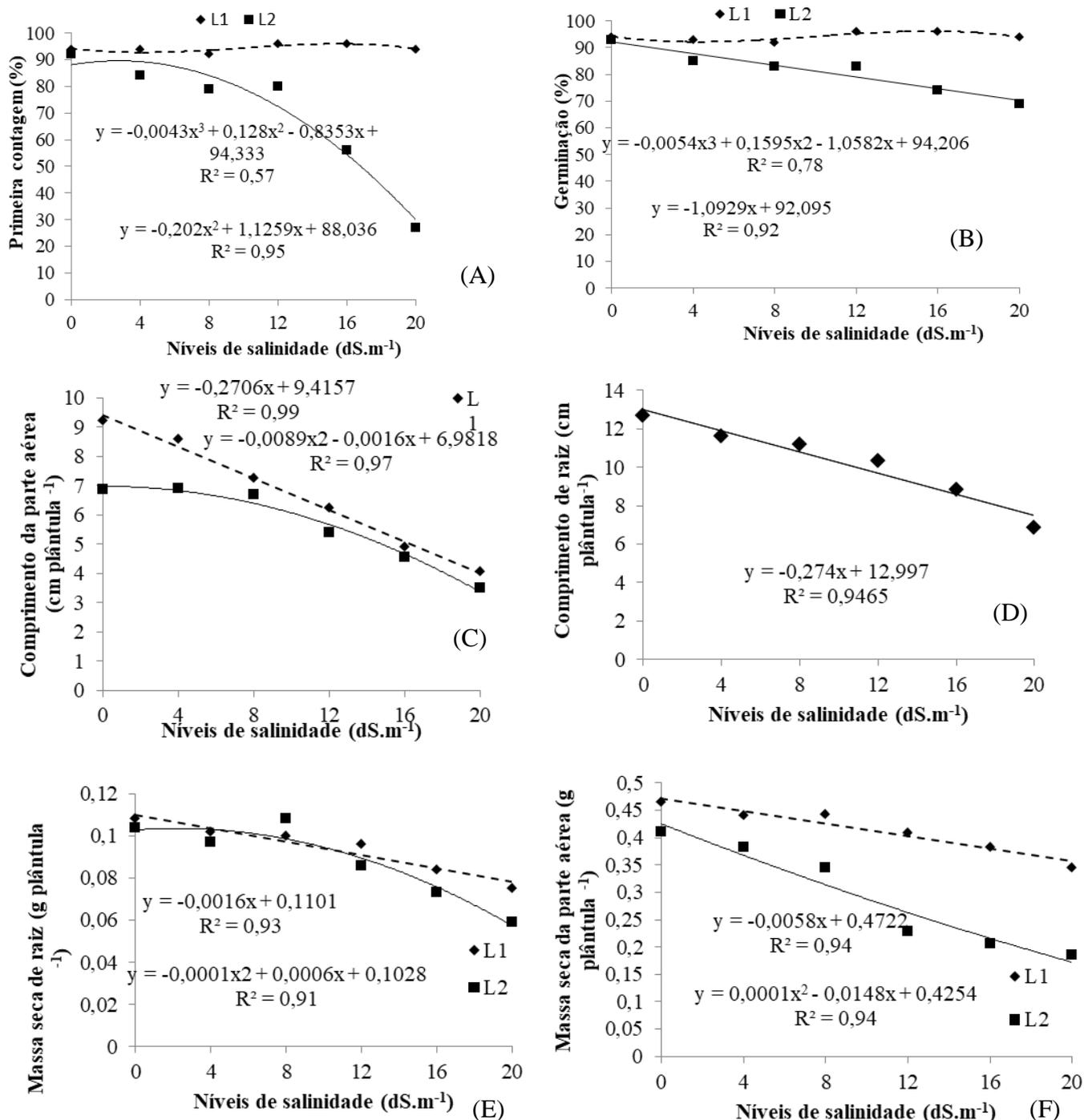
**Tabela 1.** Quadrados médios da primeira contagem (PC), germinação (G), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR), de dois lotes de sementes de jucá (*Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz var. *ferrea*), submetidos a diferentes níveis de salinidade.

FV	GL	PC	G	CPA	CR	MSPA	MSR
Salinidade (S)	5	1145,8*	135,2*	23,3*	37,2*	0,039*	0,0018*
Lotes (L)	1	7081,0*	1963,5*	13,2*	21,5*	0,176*	0,0005*
SxL	5	1210,2*	161,2*	1,25*	1,08 <sup>n.s</sup>	0,006*	0,00015*
Erro	36	18,9	12,32	0,20	0,72	0,0006	0,000047
CV		5,31	4,0	7,32	8,29	7,16	7,55
Média		81,0	87,0	6,18	10,2	0,353	0,0916

\* significativo a 5% de probabilidade

n.s: não significativo a 5% de probabilidade, CV: coeficiente de variação

Na primeira contagem do teste de germinação, constatou-se que o lote I não foi afetado pelo aumento dos níveis de salinidade, enquanto o II apresentou redução significativa da germinação a partir de 12 dS m<sup>-1</sup> (Figura 1A). Esses resultados indicam que os lotes apresentam comportamentos diferentes, porém, possuem o mesmo vigor. Sementes com elevado potencial fisiológico são menos afetadas em condições de estresse abiótico.



**Figura 1.** Primeira contagem (A), germinação (B), comprimento da parte aérea (C), comprimento da raiz (D), massa seca de raiz (E) e massa seca da parte aérea (F) de plântulas, de dois lotes de sementes de jucá (*Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz var. *ferrea*), submetidos a diferentes níveis de salinidade.

Para o lote II o aumento na concentração salina do substrato provocou a redução na capacidade de absorção de água pelas sementes, influenciando negativamente na capacidade de emissão da radícula. Em geral, as sementes necessitam de maior tempo de contato com a solução para ocorrer o processo de embebição e absorção de água suficiente para o início do processo de germinação. E a presença de sais no meio pode ter provocado alterações no metabolismo das plântulas, reduzindo ainda mais a velocidade do processo (CRUZ et al., 2020).

A germinação das sementes do lote I, também, não foi afetada pelo aumento dos níveis de sais. 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, o lote II foi afetado negativamente pelo aumento dos níveis de salinidade, constatando-se que na ausência do estresse salino obtiveram-se os maiores percentuais de germinação (Figura 1B). Para esse lote, na situação de estresse salino, constatou-se redução significativa a partir do nível de salinidade de 4 dS m<sup>-1</sup>.

A germinação das sementes de forma rápida, uniforme e em maior porcentagem é uma característica importante quando se refere à semeadura em campo, uma vez que este processo quando acontece de forma lenta, as sementes ficam dispostas às condições adversas do ambiente (FERREIRA et al., 2013).

Algumas espécies, quando expostas a determinados níveis de sais, apresentam desordens fisiológicas, como a redução da embebição de água pelas sementes, o que leva a uma série de alterações metabólicas, incluindo atividades enzimáticas alteradas, redução geral da hidrólise e, conseqüentemente, diminuição da germinação (NEDJIMI, MOHAMMEDI & BELKHEIRI, 2014).

Os comportamentos diferentes entre os lotes podem ser devido ao lote I ser mais tolerante à salinidade que o lote II para variável germinação, visto que a resposta à salinidade varia entre espécies (SILVA et al., 2019), e entre populações de uma mesma espécie (MEGDICHE et al., 2007; GHARS, DEBEZ, ABDELLY, 2009; DEL VECCHIO et al., 2012; SANTO et al., 2014; SANTO et al., 2016).

Em estudos realizados com sementes de *Sesbania grandiflora*, verificou-se que não houve redução da germinação até 24 dS m<sup>-1</sup> (KU-OR et al., 2020). Já em sementes de *Mimosa ophthalmocentra* a germinação foi satisfatória até 16 dS m<sup>-1</sup> (NOGUEIRA et

al., 2018). Os resultados deste presente trabalho indicaram que houve diferença no comportamento da germinação para os diferentes lotes avaliados, onde o lote I apresentou tolerância até o nível de 20 dS m<sup>-1</sup>. Já o lote II respondeu de forma negativa à germinação com o aumento do nível de salinidade a partir do nível de 4 dS m<sup>-1</sup>.

A redução dos valores da primeira contagem e da germinação final pode ser atribuída ao baixo potencial hídrico do substrato, promovido pelo aumento da concentração de cloreto de sódio, induzindo uma menor capacidade de absorção de água pelas sementes devido aos efeitos osmóticos e tóxicos do sal (SECCO et al., 2010).

Quando comparados os resultados da primeira contagem com os de germinação, verifica-se que os dados da primeira variável foram os mais afetados com o aumento da condutividade elétrica da água (Figuras 1A e B). Este fato é esperado porque a velocidade de germinação é a primeira variável afetada pela redução da disponibilidade de água. Além disso, sementes com alto potencial fisiológico são mais efetivas na mobilização de suas reservas energéticas, proporcionando germinação rápida e uniforme em condições adversas, e, com isso, plantas de qualidade superior. Ainda nesse sentido, sementes de alta qualidade fisiológica possibilitam maior translocação de reservas dos cotilédones ou endosperma para o eixo embrionário durante o processo de germinação, acarretando plântulas mais vigorosas (PÊGO; NUNES; MASSAD, 2011).

O aumento dos níveis de salinidade resultou na diminuição gradual do crescimento das plântulas, expressa como redução do comprimento das raízes e da parte aérea (Figuras 1C e D). Mas especificamente, o comprimento da parte aérea e da raiz foi afetado diferencialmente pela salinidade, com as raízes sendo mais drasticamente afetadas, mesmo com baixo nível de salinidade. Isso é atribuído ao fato das raízes estarem diretamente expostas à salinidade (OUJI et al., 2015).

No tocante ao comprimento da parte aérea, o lote I obteve redução significativa linear e lote II quadrática, conforme o aumento dos níveis da salinidade. Com relação ao comprimento da raiz de plântulas, os resultados da análise apresentaram efeito linear decrescente com o aumento das concentrações de NaCl, indicando redução no comprimento da raiz em ambos os lotes.

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 crescimento dos órgãos depende do alongamento celular (crescimento em expansão), da divisão celular e diferenciação celular. Ao diminuir cerca de -0,1 MPa no potencial osmótico, ocorre a diminuição apreciável no crescimento celular, e em consequência, no crescimento da raiz (PEIXOTO, 2020).

Os resultados desta pesquisa comprovam que o crescimento das plântulas de *L. ferrea* são afetados em ambiente salino, contudo, a redução da parte aérea é maior quando comparada à raiz, provavelmente pelo fato do estresse salino reduzir a disponibilidade de água necessária para o crescimento das plântulas e, as mesmas investem mais no crescimento da raiz com a finalidade de melhorar a eficiência da absorção de água e, conseqüentemente, garantir a sua sobrevivência, sendo esta, portanto, uma característica de adaptação desta espécie à deficiência hídrica e a outros fatores do ambiente (SILVA et al., 2019).

Redução no crescimento de plântulas devido ao aumento do estresse salino também foi observado em outras espécies florestais, como em *Enterolobium contortisiliquum* e *Peltophorum dubium* (DUTRA et al., 2017), *Mimosa caesalpiniiifolia* (SOUSA et al., 2018), *Mimosa ophthalmocentra* (NOGUEIRA et al., 2018) e *Clitoria fairchildiana* (SILVA et al., 2019).

As massas secas das partes aérea e raiz também regrediram com o aumento da salinidade, sendo que as oriundas do lote II foram mais sensíveis apresentando menor acúmulo de massa seca em relação ao I (Figuras 1E e F).

Portanto, verifica-se que 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 (NOBRE et al., 2010). Com isso, 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.

Em sementes de *Ceiba speciosa* e *Ochroma pyramidale* foram verificados que o estresse salino (NaCl) provocou reduções nos valores de massa seca de plântulas

(CARVALHO et al., 2020). Da mesma forma, Bezerra et al. (2020) constataram que a massa seca da parte aérea e raiz das mudas de *L. ferrea*, também, foram reduzidas com o aumento dos níveis de salinidade da água de irrigação.

De forma geral, percebe-se que a germinação de sementes de *L. ferrea* submetidas ao estresse salino demonstrou uma certa tolerância, com germinação acima de 70% em ambos os lotes, entretanto, o vigor das plântulas decresceu à medida que aumentou o nível de salinidade da água.

#### **4. CONCLUSÕES**

A qualidade fisiológica da semente é reduzida com o aumento da salinidade.

Há diferença de tolerância à salinidade entre os lotes, sendo o lote 1 mais tolerante ao aumento da salinidade.

O lote I iniciou a redução de qualidade fisiológica com 8,0 dS m<sup>-1</sup> e o lote I a 4,0 dS m<sup>-1</sup>.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, E. U.; BRUNO, R. L. A.; OLIVEIRA, A. P.; ALVES, A. U.; ALVES, A. U. Escarificação ácida na superação de dormência de sementes de pau ferro (*Caesalpinia ferrea* Mart.ex Tu var. *leiostachya* Benth.). **Revista Caatinga**, v. 22, n. 1, p. 37-47, 2009.
- ANDRÉO-SOUZA, Y.; PEREIRA, A. L.; SILVA, F. F. S.; REIS, 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.
- BETONI, R.; SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M. Salinidade e temperatura na germinação e vigor de sementes de mutambo (*Guazuma ulmifolia* Lam.) (Sterculiaceae). **Revista Árvore**, v. 35, n. 3, p. 605-616, 2011.
- BEZERRA, L. T.; SANTOS FARIAS, A.; SOUTO, P. C.; FERREIRA, V. M.; ARAÚJO NETO, J. C.; NASCIMENTO, H. H. C. Emergência e crescimento inicial de plântulas de *Libidibia ferrea* (Mart. exTul.) em diferentes níveis de salinidade na água de irrigação. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 3, n. 3, p. 1126-1140, 2020.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para análise de sementes de espécies florestais**. Brasília: MAPA, p. 98, 2013.
- BUI, E. N. Soil salinity: A neglected fact in plant ecology and biogeography. **Journal Arid Environmental**, v.92, p.14–25, 2013.
- CARVALHO, J. S. B.; COSTA, E. N.; PAMPLONA, A. L. Q.; CHAGAS, C. T. G.; SARAIVA, M. P.; RODRIGUES, A. E.; PAMPLONA, V. M. S.; QUADROS, B. R. Estresse salino por NaCl em sementes de Paineira e Pau de Balsa. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n.6, p.42134-42146, 2020.
- CRUZ, V. S.; YAMASHITA, O. M.; KARSBURG, I. V.; CARVALHO, M. A. C.; DALLACORTE, R.; ROSSI, A. A. B.; SILVA, I. V. Efeito da salinidade na germinação e desenvolvimento de plântulas de *Ochroma pyramidale*. **Nativa**, v. 8, n. 2, p. 239-245, 2020.
- DANTAS, B. F. Germinação de sementes da Caatinga em um clima futuro. **Documentos** 287, p. 126-133. 2018.
- DEL VECCHIO, S.; MATTANA, E., ACOSTA, A. T. R., BACCHETTA, G. Seed germination responses to varying environmental conditions and provenances in *Crucianella maritima* L., a threatened coastal species. **Comptes Rendus Biologies**, v. 335, n.1, p. 26–31, 2012.

- DEL VECCHIO, S.; PORCEDDU, M.; FANTINATO, E.; ACOSTA, A. T. R.; BUFFA, G.; BACCHETTA, G. Germination responses of Mediterranean populations of *Cakile maritima* to light, salinity and temperature. **Folia Geobotanica**, v. 53, p.417–428, 2018.
- DUTRA, T. R.; MASSAD, M. D.; MOREIRA, P. R.; MATOS, 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.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.
- FERREIRA, E. G. B. S.; MATOS, V. P.; SENA, L. H. M.; OLIVEIRA, R. G.; SALES, A. G. F. A. Processo germinativo e vigor de sementes de *Cedrela odorata* L. sob estresse salino. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 1, p. 99-105, 2013.
- FOTI, C.; KHAL, E. M.; PAVLI, O. I. Germination profiling of lentils genotypes subjected to salinity stress. **Plant Biology**, n. 21, p. 480-486, 2019.
- GHARS, M. A.; DEBEZ, A.; ABDELLEY, C. Interaction between salinity and original habitat during germination of the annual seashore halophyte *Cakile maritima*. **Commun Soil Science Plants Analysis**, v. 40, p.3170–3180, 2009.
- KU-OR, Y.; LEKSUNGNOEN, N.; ONWIMON, D.; DOOMNIL, P. Germination and salinity tolerance of seeds of sixteen Fabaceae species in Thailand for reclamation of salt-affected lands. **Biodiversitas**, v. 21, n. 5, p. 2188-2200, 2020.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Ed. Instituto Plantarum, p. 384, 2013.
- MEGDICHE, W.; AMOR, N. B.; DEBEZ, A.; HESSINI, K.; KSOURI, R., ZUILY-FODIL, Y.; ABDELLEY, C. Salt tolerance of the annual halophyte *Cakile maritima* as affected by the provenance and the developmental stage. **Acta Physiological Plantarum**, v.29, p.375–384, 2007.
- NEDJIMI, B.; MOHAMMEDI, N.; BELKHEIRI. Germination responses of medic tree (*Medicago arborea*) seeds to salinity and temperature. **Agricultural Research**, v. 3, n. 4, P. 308-312, 2014.
- 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.
- NOGUEIRA, N. W.; TORRES, S. B.; FREITAS, R. M. O.; SANTOS, P. C. S.; SÁ, F. V. S.; LEITE, M. S. Salt stress and temperatures on the germination and initial growth of jurema-de-embira (*Mimosa ophthalmocentra*) seedlings. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 22, n. 4, p. 273-287, 2018.

OUJI A.; EL-BOK S.; MOUELHI M.; YOUNES, M.B.; KHARRAT, M. Efeito do stress salino na germinação de cinco lentilha tunisino (*Lens culinaris* L.). **European Scientific Journal**, v.11, p.63–75, 2015.

PARIHAR P, SINGH S, SINGH R, SINGH V, PRASAD S. Effect of salinity stress on plants and its tolerance strategies: a review. **Environmental Science and Pollution Research**, v.22, n. 6, p.4056–4075, 2014.

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.

PÊGO, R.G; NUNES, U.R; MASSAD, M.D. Qualidade fisiológica de sementes e desempenho de plantas de rúcula no campo. **Ciência Rural**, v.41, n.8, p.1341-1346, 2011.

PEIXOTO, C. P. **Princípios de fisiologia vegetal**: teoria e prática. POD editora- 1. ed. - Rio de Janeiro: Pod, p. 256, 2020.

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.

SANTO A, MATTANA E, FRIGAU L, MARZO PASTOR A, PICHER MORELLÓ MC, BACCHETTA G (2017) Effects of NaCl stress on seed germination and seedling development of *Brassica insularis* Moris (Brassicaceae). **Plant Biology**, v.19, n.3, p.368–376, 2016.

SANTO A, MATTANA E, HUGOT L, SPINOSI P, BACCHETTA G (2014) Seed germination and survival of the endangered psammophilous *Rouya polygama* (Apiaceae) in different light, temperature and NaCl conditions. **Seed Science Research**, v.24, n.4, p.331–339, 2014.

SECCO, L.B.; QUEIROZ, S.O.; DANTAS, B.F.; SOUZA, Y.A.; SILVA, P.P. Germinação de sementes de melão (*Cucumis melo* L.) em condições de estresse salino. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.4, n.4, p.129-135, 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, 2019.

SOUSA, E. C.; SILVA, D. V.; SOUSA, D. M. M.; TORRES, S. B.; OLIVEIRA, R. T. Physiological changes in *Mimosa caesalpinifolia* Benth. seeds from different sources and submitted to abiotic stresses. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.22, n.6, p.383-389, 2018.

### CAPÍTULO III

#### Condicionamento fisiológico em sementes de jucá (*Libidibia ferrea* Mart.) submetidas a salinidade

**RESUMO:** O condicionamento fisiológico é uma técnica de hidratação controlada das sementes que visa aumentar a velocidade e uniformidade de germinação, como também aumentar a tolerância a estresses abióticos. Com isso, objetivou-se avaliar a tolerância ao estresse salino em sementes de *L. ferrea*, previamente hidrocondicionadas e osmocondicionadas. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 (condicionamento) x 4 (salinidade), com quatro repetições de 25 sementes. Para determinação do tempo de condicionamento das sementes, realizou-se a curva de embebição das sementes, com quatro repetições, a 25 °C. O condicionamento consistiu: sementes sem condicionamento; sementes osmocondicionadas nos potenciais -0,2 e -0,4 MPa, sendo as sementes colocadas em substrato tipo papel toalha, umedecido com solução de polietilenoglicol (PEG 6000) por 60 e 84 horas, respectivamente; hidrocondicionadas em substrato umedecido com água destilada por 36 horas a 25 °C. Em seguida, as sementes condicionadas e sem condicionamento foram submetidas a condições de salinidade em substrato papel toalha umedecido com soluções de NaCl (12, 16 e 20 dS m<sup>-1</sup>) e água destilada (0 dS m<sup>-1</sup>) a 25 °C. As variáveis analisadas foram: primeira contagem, germinação, comprimento de plântulas (parte aérea e raiz) e massa seca (parte aérea e raiz). O hidrocondicionamento e o osmocondicionamento de sementes de *L. ferrea* proporcionaram maior tolerância ao estresse salino em comparação com as não condicionadas, até 16 dS m<sup>-1</sup>.

**Palavras-chave:** Fabaceae, hidrocondicionamento, osmocondicionamento, estresse salino, sementes florestais.

## **Priming in jucá seeds (*Libidibia ferrea* Mart.) submitted to salinity**

**ABSTRACT:** Priming is a controlled seed hydration technique that increases germination speed and uniformity, as well as increasing tolerance to abiotic stresses. With this, the objective was to evaluate the tolerance to salt stress in *L. ferrea* seeds, previously hydro-priming conditioned and osmo-priming. The experimental design was completely randomized in a 4 x 4 factorial scheme, with four replications of 25 seeds, the first being formed by seeds without priming, hydro-priming and osm-priming at -0.2 and -0.4 MPa second and the relative factor at four salinity levels (0; 12, 16 and 20 dS m<sup>-1</sup>). To determine the seed conditioning time, the seed soaking curve was organized, with four repetitions, at 25 °C. The priming consisted of placing the seeds on a paper towel-type substrate moistened with polyethylene glycol solutions (PEG 6000) in the osmotic potentials of -0.2 and -0.4 MPa for 60 and 84 hours, respectively, and with distilled water for 36 hours at 25 °C. Afterwards, priming and no priming seeds were placed to germinate on paper substrate. towel moistened with NaCl solutions (12, 16 and 20 dS m<sup>-1</sup>) and distilled water (0 dS m<sup>-1</sup>) at 25 °C. The variables analyzed were: first count, germination, seedling length (aerial part and root) and dry mass (aerial part and root). Seeds of *L. ferrea* hydroconditioned and hydroconditioned have a higher tolerance to salt stress compared to seeds without conditioning, up to 16 dS m<sup>-1</sup>.

**Keywords:** Fabaceae, hydroconditioning, osmotic conditioning, salt stress, forest seeds.

## 1. INTRODUÇÃO

O jucá (*Libidibia ferrea* sinonímia botânica: *Caesalpinia ferrea* Martius ex. Tulasne var. *leiostachya* Benth.) também conhecido por “pau-ferro”, é uma espécie nativa do Brasil com ampla distribuição por toda região tropical e subtropical, principalmente nas regiões Norte e Nordeste (FREITAS et al., 2012). É utilizado para fins medicinal, paisagismo, construção civil, marcenaria e recuperação de áreas degradadas (LORENZI, 2013).

O desenvolvimento e a sobrevivência de *L. ferrea* podem ser comprometidos quando submetida a condições de salinidade, seja do solo ou da água. Essa condição de estresse tem se tornando um problema ambiental significativo, pois é encontrado em diversos tipos de climas, principalmente em regiões áridas e semiáridas. Alguns fatores têm contribuído para o aumento da salinidade, como o intemperismo de rochas-mãe, deposição da água, instalações de drenagem deficientes, irrigação com água subterrânea salobra, irrigação contínua por longos períodos, manejo impróprio de água e métodos culturais inadequados na agricultura irrigada (EVELIN et al., 2019).

Nos últimos anos, o condicionamento de sementes tem sido considerado uma estratégia promissora para proteger as sementes contra os efeitos danosos dos estresses abióticos (AYDINOGLU; SHABANI; SAFAVI, 2019; SINH; CHAUHAN, 2020). O condicionamento fisiológico é um tratamento pré-germinativo que consiste na hidratação controlada das sementes, permitindo a reativação das suas atividades metabólicas, sem emissão de radícula, visando aumentar a velocidade e a uniformidade de germinação (ARUNKUMAR, JEGADEESWARI, USHAMALINI, 2019).

As principais técnicas de condicionamento são compostas por hidrocondicionamento e condicionamento osmótico (osmocondicionamento). O hidrocondicionamento é uma técnica simples e econômica em que as sementes são embebidas em água por um período específico e pode ser seca a certo nível de umidade antes da sementeira (SINGH et al., 2015). O condicionamento osmótico consiste na imersão prévia das sementes em solução osmótica sob tempo e temperatura pré-determinados para atingir o nível de hidratação adequada. Geralmente são utilizados sais orgânicos, como o nitrato de potássio ( $KNO_3$ ), cloreto de sódio (NaCl), cloreto de magnésio ( $MgCl_2$ ), sulfato de manganês ( $MnSO_4$ ), e outras substâncias orgânica, como

o manitol e polietilenoglicol (PEG), sendo este o predominante em pesquisas laboratoriais (MARCOS-FILHO, 2015).

A definição do potencial osmótico e o tempo de embebição das sementes, são consideradas as principais dificuldades relacionadas a técnica do condicionamento, pois período acima do recomendado pode ser suficiente para promover o início da germinação (NASCIMENTO; COSTA, 2009).

Estudos mostram que o efeito tóxico de íons provocados pelo aumento da salinidade pode ser reduzido em sementes osmocondicionadas, devido ao estímulo e à síntese de enzimas antioxidantes, proporcionando efeito protetor aos danos oxidativos causados pelo acúmulo de sais no citoplasma das células vegetais (KIMBINZA et al., 2011; MORAIS et al., 2014; SOUZA et al., 2014).

Ainda são escassas as informações referentes ao uso do condicionamento fisiológico como mitigador dos efeitos da salinidade em espécies florestais, no entanto, já são possíveis encontrar alguns resultados promissores, tais como em sementes de *Piptadenia moniliformis* (RAMALHO et al., 2020), *Tecoma stans* (ALVARADO-LOPES et al., 2014) e *Dimorphandra mollis* Benth. (MASETTO et al., 2014).

Com isso, objetivou-se avaliar a tolerância ao estresse salino em sementes de *L. ferrea*, previamente hidrocondicionadas e osmocondicionadas.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes (LAS) pertencente ao Departamento de Ciências Agrônômicas e Florestais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, RN. Os frutos foram coletados entre os meses de julho/agosto de 2019 no campus da UFERSA (5° 11' de latitude sul e 37° 20' de longitude oeste e altitude média de 18 m), Mossoró, RN. As sementes foram extraídas dos frutos com auxílio de um martelo e em seguida beneficiadas, retirando-se aquelas que estavam mal formadas ou atacadas por insetos. As sementes sadias foram acondicionadas em garrafas plásticas e mantidas em ambiente controlado (17 °C e 50% de UR) por um período de aproximadamente 2 meses até a realização do experimento.

O grau de umidade foi determinado pelo método da estufa a 105±3 °C/ 24 horas, (BRASIL, 2009), com duas repetições de aproximadamente cinco gramas de sementes inteiras. Para determinação da curva de embebição, quatro repetições de 25 sementes foram postas entre duas folhas de papel-toalha, umedecidas com água destilada

(hidrocondicionamento) e em soluções osmóticas de polietilenoglicol (PEG 6000) nos potenciais -0,2 e -0,4 MPa, preparadas de acordo com a tabela de Villela et al. (1991). Em seguida os rolos com as sementes foram acondicionados em sacos plásticos e mantidos em câmara de germinação, a 25 °C, com fotoperíodo de oito horas de luz. Previamente, as sementes foram submetidas ao tratamento pré-germinativo imersas em ácido sulfúrico durante 20 minutos, sendo em seguida lavadas com água destilada (ALVES et al., 2009). Logo após, as sementes também foram tratadas com fungicida Manfil® na dose de 1,5 g Kg<sup>-1</sup> de sementes, para evitar possíveis contaminações por fungos.

O nível de absorção de água foi mensurado por meio de pesagens em balança analítica a cada hora durante 24 horas e, depois, a cada 6 horas, até a emissão da radícula em pelo menos 50% das sementes de cada repetição. O teor de água absorvido em cada tempo foi calculado pela seguinte expressão: %água absorvida= (Pf - Pi)/ Pi x 100, onde Pf = peso final; Pi = peso inicial.

Para simulação do estresse salino, preparou-se soluções com cloreto de sódio (NaCl) e água destilada ajustando-se aos níveis 12, 16 e 20 dS m<sup>-1</sup> com auxílio de um condutivímetro de bancada, para o tratamento controle utilizou-se água destilada.

O teste de germinação foi instalado com quatro repetições de 25 sementes: não-condicionadas; osmocondicionadas a -0,2 e -0,4 MPa por 60 e 84 horas, respectivamente; hidrocondicionadas por 36 horas. As mesmas foram semeadas em substrato tipo papel toalha, umedecido com as soluções salinas na proporção de 2,5 vezes a massa seca dos papéis e dispostos em forma de rolo, acondicionados em sacos plásticos e colocadas em câmara de germinação a 25 °C, com fotoperíodo de 8 horas de luz, durante 20 dias (BRASIL, 2013). As variáveis analisadas foram:

**Porcentagem de germinação:** as contagens foram realizadas no quinto e vigésimo dia após a semeadura. 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.

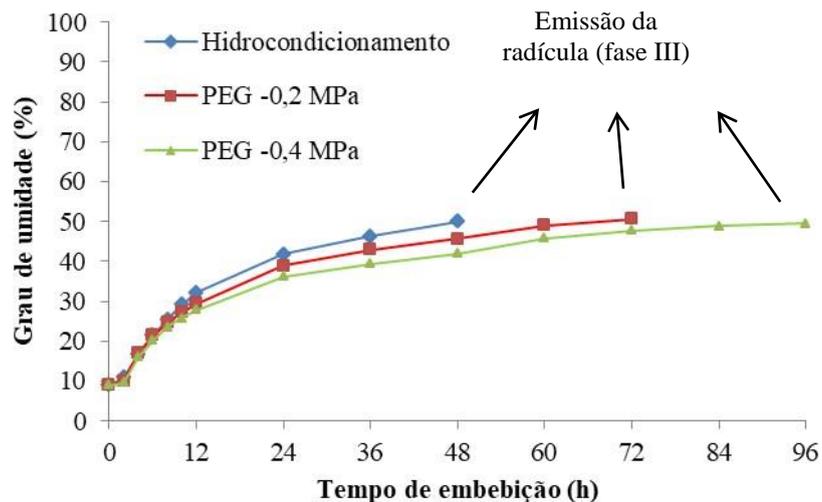
**Comprimento da raiz e parte aérea:** após o teste de germinação, foram feitas as medições da raiz e parte aérea das plântulas normais com o auxílio de uma régua graduada em centímetros. Os resultados foram expressos em centímetro por plântula.

**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 tempo e após o resfriamento, as amostras foram pesadas em balança analítica (0,001 g) e os resultados expressos em grama por plântula.

O delineamento foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 4, sendo quatro níveis de salinidade (0, 12, 16 e 20 dS m<sup>-1</sup>) e quatro tipos de condicionamento (hidrocondicionamento, osmocondicionamento a -0,2 e -0,4 MPa, e sementes sem condicionamento), com quatro repetições de 25 sementes. 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.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O teor de água inicial das sementes foi de 9,0%. Independente do tipo de condicionamento constatou-se rápida absorção de água nas doze horas iniciais de embebição, com aumento médio no teor de água de aproximadamente 3,0% por hora (Figuras 1). Entre 12 e 36 horas, verificou-se redução na absorção de água nas sementes hidrocondicionadas, enquanto, para as osmocondicionadas (-0,2 MPa) essa diminuição foi entre 12 e 60 horas e, para as sementes osmocondicionadas (-0,4 MPa), esse intervalo foi maior, ocorrendo entre 12 e 84 horas. A emissão da radícula, em pelo menos 50,0% das sementes, aconteceu após 48, 72 e 96 horas para as sementes hidrocondicionadas, osmocondicionadas (-0,2 MPa) e (-0,4MPa), respectivamente.



**Figura 1.** Curva de embebição em sementes de jucá (*Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz var. *ferrea*) submetidas ao hidrocondicionamento, osmocondicionamento em PEG -0,2 MPa e -0,4 MPa, a 25 °C.

As curvas dos três tipos de condicionamento 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.

O período de duração de cada fase de embebição é influenciado diretamente pela velocidade de absorção de água pela semente, e pode variar de acordo com a espessura do tegumento, disponibilidade de água, composição química, temperatura, área de contato, condição fisiológica da semente (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Outras sementes de espécies florestais, previamente escarificadas e colocadas em substrato umedecido com água destilada, também seguiram o padrão trifásico de absorção de água, como *Mimosa caesalpiniiifolia* (MEDEIROS et al., 2020), *Piptadenia moniliformis* Benth. (RAMALHO et al., 2020), e *Apuleia leiocarpa* (SPADETO et al., 2018), atingindo a fase III após 25, 48 e 72 horas, respectivamente.

De acordo com a análise de variância, houve interação significativa entre os níveis de salinidade e os métodos de condicionamento para a maioria das variáveis analisadas, com exceção da germinação, que não expressou nenhuma interação, e do

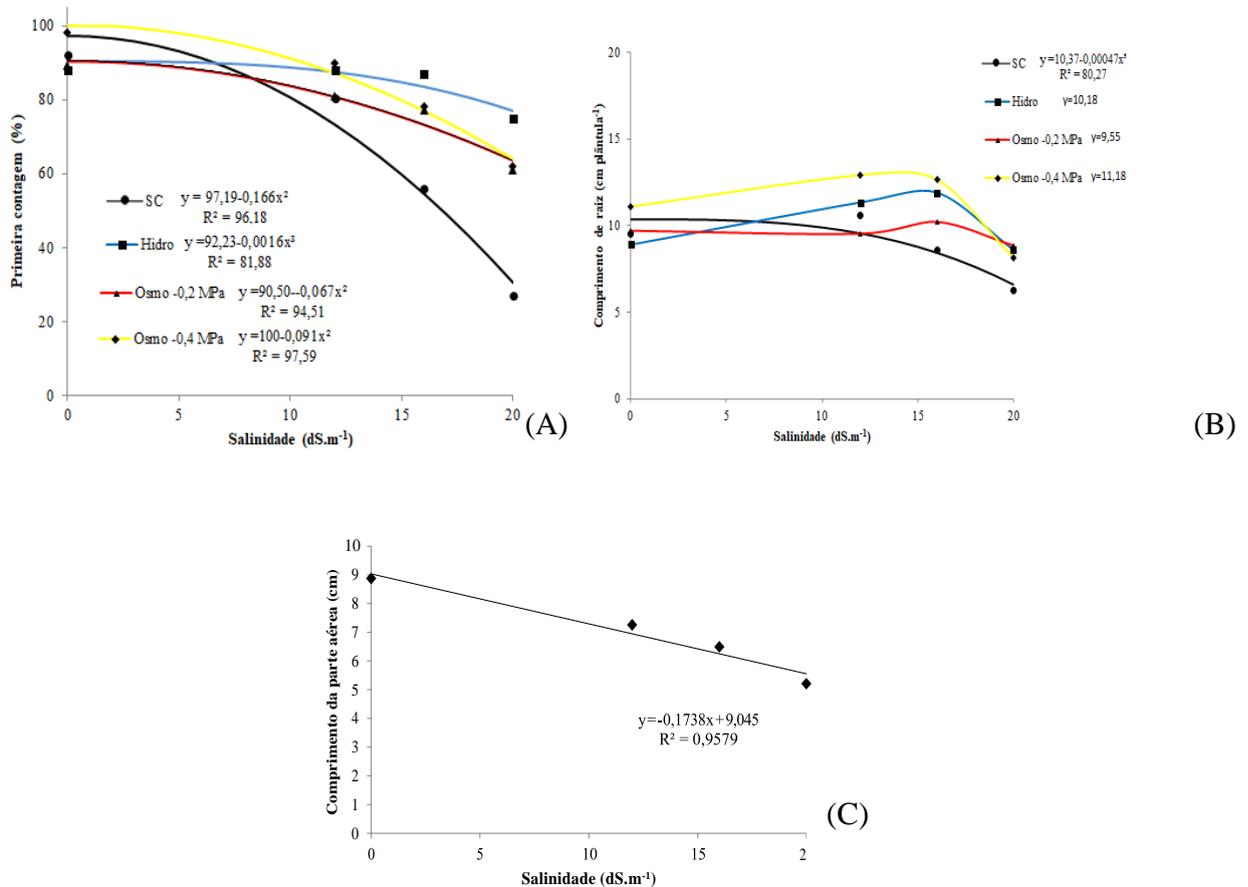
comprimento da parte aérea, que apresentou somente efeito isolado para ambos os fatores (Tabela 1).

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância para primeira contagem (PC), germinação (G), comprimento de raiz (CR), comprimento da parte aérea (CPA), massa seca de plântulas (MSP) e massa seca da raiz (MSR) de plântulas de sementes de jucá (*Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz var. *ferrea*) submetidas à salinidade (S) e ao condicionamento fisiológico (CF).

Fontes de variação	PC	G	CR	CPA	MSPA	MSR
S	89,93*	1,73 <sup>ns</sup>	32*	150,4*	0,502	10,6*
CF	31,81*	1,98 <sup>ns</sup>	17,2*	101,7*	18,77*	15,4*
S x CF	9,38*	1,26 <sup>ns</sup>	4,32*	1,51 <sup>ns</sup>	6,68*	4,84*
Média	77	85	9,91	6,96	0,43	0,105
C.V	8,48	12,92	10,07	7,19	6,9	8,41

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste "F".n.s não-significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. CV: Coeficiente de variação.

Nas sementes sem condicionamento ocorreu diminuição dos valores da primeira contagem de germinação com o aumento da salinidade. Até 12 dS m<sup>-1</sup>, não houve diferença significativa entre sementes sem condicionamento e as condicionadas, no entanto, em 16 e 20 dS m<sup>-1</sup>, verificou-se eficiência dos métodos de condicionamento em comparação com as sementes não condicionadas, uma vez que apresentaram valores superiores (Figura 1A).



**Figura 2.** Primeira contagem de germinação (A), comprimento de raiz (B) e comprimento da parte aérea (C), a partir de sementes de jucá (*Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz var. *ferrea*) submetidas a diferentes níveis de salinidade e tipos de condicionamento fisiológico.

A redução da germinação com o aumento da salinidade acontece porque os sais causam citotoxicidade, desidratação e reduz a atividade metabólica e a síntese de novos tecidos, devido diminuição da disponibilidade de água, resultando em menor velocidade de germinação ou até mesmo a perda da capacidade de germinação (TAIZ, ZEIGER, 2013; MARCOS-FILHO, 2015). Nesse sentido, Nogueira et al. (2018) verificaram que os efeitos da salinidade na germinação de *Mimosa ophthalmocentra*, também causaram redução de germinação a partir de 16 dS m<sup>-1</sup>.

Por outro lado, o condicionamento pode modificar o estado energético da água, alterando a sua distribuição em diferentes tecidos da semente, resultando em maior velocidade de germinação após o tratamento, pois há maior disponibilidade de água e aumento do nível de hidratação das macromoléculas que participam do processo germinativo, reduzindo também a disponibilidade de ocorrência de injúrias durante a

embebição (BATISTA et al., 2018; RIBEIRO et al., 2019). Além disso, com base na curva de embebição, verifica-se que as sementes hidro e osmocondicionadas estão fisiologicamente mais próximas do início da terceira fase da curva e, deste modo, da emissão radicular, apresentando maiores valores de velocidade de germinação (ATAÍDE et al., 2016).

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).

Os resultados obtidos neste trabalho corroboram com Ramalho et al. (2020), no qual observaram que as sementes de *Piptadenia moniliformis* quando hidrocondicionadas apresentaram maiores velocidades de germinação. Assim como, Masetto et al. (2014), evidenciaram em seus estudos efeitos positivos do condicionamento osmótico com PEG 6000 na formação de plântulas de *Dimorphandra mollis* utilizando os potenciais de  $-0,3$  e  $-0,7$  MPa.

No que se refere ao comprimento de raiz (Figura 2B), verificou-se que as sementes não condicionadas, tiveram redução significativa a partir de  $16 \text{ dS m}^{-1}$ . Elevados níveis de salinidade reduzem em primeiro lugar o alongamento e divisão celular devido ao efeito osmótico criado em torno da raiz. Em segundo lugar, causa desequilíbrio e toxicidade do íon  $\text{Na}^+$ , que danifica as células das folhas transpirantes. Consequentemente, o crescimento da plântula diminui em ambientes com alto teor de sal (SHAH; HOUBORG; MCCABE, 2017; CARUSO et al., 2018).

As raízes de sementes hidrocondicionadas e osmocondicionadas  $-0,4$  MPa apresentaram redução significativa somente em  $20 \text{ dS m}^{-1}$ . Contudo, o osmocondicionamento a  $-0,2$  MPa, garantiu o crescimento das raízes, não ocorrendo redução dos valores mesmo em condições de salinidade elevada (Tabela 2) (Figura 2 B).

Em outros trabalhos também foi possível verificar os efeitos positivos do condicionamento das sementes em condições de salinidade, com relação ao comprimento de raízes das plântulas. Sementes hidrocondicionadas de *P. moniliformis*

também apresentaram maior comprimento de raiz em relação as sementes não condicionadas, submetidas ao estresse salino (RAMALHO et al., 2020).

Analisando o efeito isolado dos métodos de condicionamento em relação ao comprimento da parte aérea (Tabela 2), constatou-se que as sementes hidrocondicionadas e osmocondicionadas, apresentaram valores estatisticamente superiores, comparando-se as sementes não condicionadas. Estes resultados assemelham-se com os de Spadeto et al. (2018), que registraram maiores médias para o crescimento da parte aérea em *Apuleia leiocarpa* a partir de sementes osmocondicionadas. 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).

Os resultados do efeito isolado do estresse salino sob o comprimento da parte aérea, mostram que o aumento dos níveis de salinidade causa a redução gradativa da parte aérea das plântulas a partir do nível de 12 dS m<sup>-1</sup> (Figura 2C). Altos níveis de salinidade retarda o metabolismo e o transporte de reservas do embrião, afetando assim, o desenvolvimento das plântulas (BEWLEY et al.; 2013).

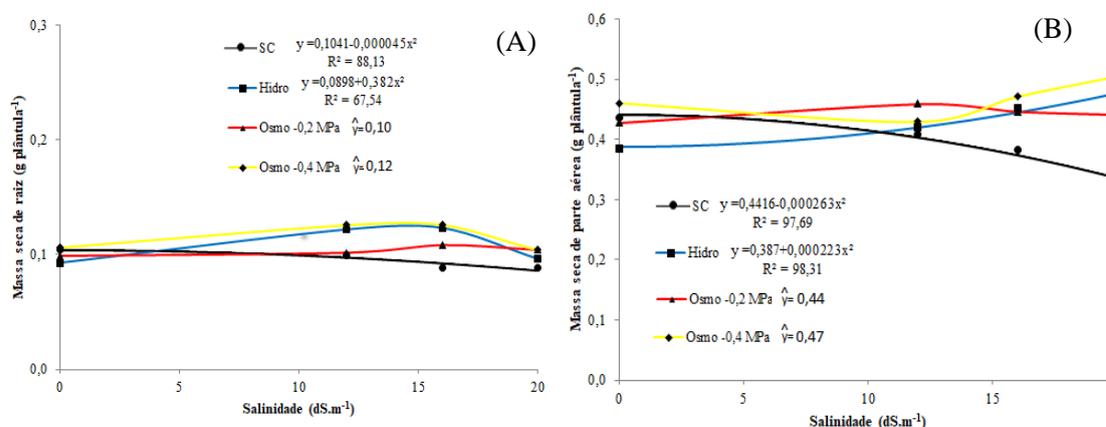
**Tabela 2.** Efeito isolado dos tipos de condicionamento fisiológico e níveis de salinidade sobre o comprimento da parte aérea de plântulas de jucá (*Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz var. *ferrea*).

<b>Condicionamento fisiológico</b>	
<b>Sem condicionamento</b>	5,08 b
<b>Hidro 36 h</b>	7,37 a
<b>PEG -0,2 MPa</b>	7,70 a
<b>PEG -0,4 MPa</b>	7,70 a

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

Os resultados da massa seca da raiz indicaram que para as sementes sem condicionamento, bem como, as tratadas com PEG -0,2 MPa, não houve diferença para os diferentes níveis de salinidade testados. No entanto, é possível verificar que houve decréscimo na massa seca da raiz para as sementes sem condicionamento. Já para as

osmocondicionadas, ocorreu incremento de massa quando comparadas à testemunha, sendo este aumento de massa mais expressivo para as que foram condicionadas em PEG  $-0,4$  MPa (Figura 3A).



**Figura 3.** Massa seca da raiz (A) e massa seca da parte aérea (B) de plântulas de jucá (*Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz var. *ferrea*) submetidas a diferentes níveis de salinidade e tipos de condicionamento fisiológico.

A massa seca da parte aérea das sementes sem condicionamento diminui de forma significativa à medida que aumentou o estresse do salino. Quando as sementes foram osmocondicionadas houve aumento da massa seca, especialmente para as oriundas do tratamento com PEG  $-0,4$  MPa (Figura 3B). Durante o condicionamento osmótico ocorrem incrementos no teor de proteínas solúveis e de enzimas específicas, o que proporciona maior concentração de solutos, resultando em crescimento mais rápido e, por consequência, maior acúmulo de biomassa (SMITH; COBB, 1991).

Os resultados deste trabalho mostraram que os tratamentos com hidrocondicionamento e condicionamento osmótico com PEG-6000 mitigaram os efeitos prejudiciais da salinidade sobre o vigor de sementes de *L. ferrea* e favoreceu o crescimento das plântulas sob concentração salina.

#### **4. CONCLUSÃO**

O hidrocondicionamento e o osmocondicionamento de sementes de *L. ferrea* proporcionam maior tolerância ao estresse salino em comparação com as não condicionadas, até 16 dS m<sup>-1</sup>.

## REFERÊNCIAS

- ALVARADO-LOPEZ, S.; SORIANO, D.; VELAZQUEZ, N.; OROZCO-SEGOVIA, A. Priming effects on seed germination in *Tecoma stans* (Bignoniaceae) and *Cordia megalantha* (Boraginaceae), two tropical deciduous tree species. **Acta Oecologica**, v. 61, s/n, p. 65-70, 2014.
- ALVES, E. U.; BRUNO, R. L. A.; OLIVEIRA, A. P.; ALVES, A. U.; ALVES, A. U. Escarificação ácida na superação de dormência de sementes de pau ferro (*Caesalpinia ferrea* Mart.ex Tu var. *leiostachya* Benth.). **Revista Caatinga**, v. 22, n. 1, p. 37-47, 2009.
- ATAÍDE, G. M, DE LIMA, E. E., DE CARVALHO GONÇALVES, J. F., GUIMARÃES, V. M., FLORES, A. V. Alterações fisiológicas durante a hidratação de sementes de *Dalbergia nigra* ((Vell.) Fr. All. ex Benth.). **Ciência Florestal**, v. 26, n. 2, p. 615-625, 2016.
- ARUNKUMAR, K.; JEGADEESWARI, V.; USHAMALINI, C. Seed priming technology in spice crops: A review. **Journal of Phytology**, v.11, p. 21-24, 2019.
- AYDINOĞLU, B.; SHABANI, A.; SAFAVI, S. M. Impact of priming on seed germination, seedling growth and gene expression in common vetch under salinity stress. **Cellular and Molecular Biology**, v. 65, n. 3, p. 18-24, 2019.
- BATISTA, T. B., BINOTTI, E. D. C., BINOTTI, F. F. D. S., SÁ, M. E. D., SILVA, T. A. D. Priming of brachiaria seeds with different sugar sources and concentrations. **Revista Caatinga**, v. 31, n. 4, p. 843-849, 2018.
- 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.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para análise de sementes de espécies florestais**. Brasília: MAPA, p. 98, 2013.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. Sementes: Ciência, tecnologia e produção. 5.ed. Jaboticabal: FUNEP, p. 590, 2012.
- CARUSO C, MAUCIERI C, BERRUTI A, BORIN M, BARBERA AC. Responses of different *Panicum miliaceum* L. genotypes to saline and water stress in a marginal Mediterranean environment. **Agronomy**, v. 8, n. 1, p. 1-16, 2018.

EVELIN, H.; SARDA, T.; GUPTA, S. KAPOOR, R. Mitigation of alinity stress in plants by arbuscular mycorrhizal symbiosis current undestandings and new challengs. **Frontiers in Plant Science**, v. 10, s/n, p. 1-21, 2019.

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

FREITAS, A. C. C.; XIMENES, N. C. A.; AGUIAR, J. S.; NASCIMENTO, S. C.; LINS, T. U. L.; MAGALHÃES, L. R. COELHO, L. C. B. B.; CARNEIRO-DA-CUNHA, M. G.; GONÇALVES-SILVA, T.; CORREIA, M. T. S. Biological activities of *Libidibia (Caesalpinia) férrea* var. *parvifolia* (Mart. ExTul.) L. P. Queiroz podpreparations. **Evidence based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2012, p. 1-7, 2012.

KIMBINZA, S., BAZIN, J., BAILLY, C., FARRANT, J. M., CORBINEAU, F., BOUTEAU, H. M. Catalase is a key enzyme in seed recovery from ageing during priming. **Plant Science**, v.181, n. 3, p. 309-315, 2011.

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

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2 ed. Londrina: ABRATES, p. 659, 2015.

MASETTO, T. E., SCALON, S. D. P. Q., REZENDE, R. K. S., OBA, G. C., GAMBATTI, M., PATRÍCIO, V. S. Germinação de sementes de *Dimorphandra mollis* Benth.: efeito de salinidade e condicionamento osmótico. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 12, n. 3, 2014.

MEDEIROS, H. L. S.; BENEDITO, C. P.; DANTAS, N. B. L.; COUTO JÚNIOR, J. R. S.; RAMALHO, L. R. Dormancy overcoming and preconditioning in *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. seeds. **Revista Caatinga**, v. 33, n.3, p. 720-727, 2020.

MORAIS, C. S. B., ALMEIDA, L. G., SANTOS, M. B. & ROSSETTO, C. A. V. Respostas de plantas ao condicionamento osmótico de sementes de girassol. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n.5, p. 2261-2274, 2014.

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, 432 p. 2009.

NOGUEIRA, N. W., TORRES, S. B., DE FREITAS, R. M., SANTOS, P. C. D. S., SÁ, F. V. D. S., LEITE, M. D. S. Estresse salino e temperaturas na germinação e crescimento inicial de jurema-de-embira (*Mimosa ophthalmocentra*). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 4, p. 273-278, 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. B., 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, 2020.

RIBEIRO, E. C. G., REIS, R. D. G. E., VILAR, C. C., VILAR, F. C. M. Physiological quality of *Urochloa brizantha* seeds submitted to priming with calcium salts. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 49, 2019.

SHAH, S. H., HOUBORG, R., MCCABE, M. F. Response of chlorophyll, carotenoid and SPAD-502 measurement to salinity and nutrient stress in wheat (*Triticum aestivum* L.). **Agronomy**, v. 61, n. 7, p. 1-21, 2017.

SINGH, H.; JASSAL, R.K.; KANG, J.S.; SANDHU, S. S.; KANG, H.; GREWAL, K. Seed priming techniques in field crops-a review. **Agriculture Review**, v. 36, n. 4, p. 251-264, 2015.

SINGH, R.; CHAUHAN, J. S. Response of Bael (*Aegle marmelos*) Seed to Hydro priming and different level of Drought and Salinity Stress. **Journal of Stress Physiology & Biochemistry**, v. 16, n. 2, p. 75-80, 2020.

SMITH, P.T.; COBB, B.G. Accelerated germination of pepper seed by priming with salt solutions and water. **Hort Science**, v. 26, n.4, p.417-419, 1991.

SOUZA, M. O., SOUZA, C. L. M., BARROS, N. C.; PELACANI, C. R. Preconditioning of *Physalis angulata* L. to maintain the viability of seeds. **Acta Amazonica**, v. 44, n. 1, p. 153-156, 2014.

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.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre, RS: Artmed, p. 918, 2013.

VILLELA, F. A.; DONI-FILHO, L.; SEQUEIRA, E. L. Tabela de potenciais osmóticos em função da concentração de polietilenoglicol 6000 e da temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 26, n. Especial, p. 1957-1968, 1991.