



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS E FLORESTAIS
CURSO DE AGRONOMIA

PABLO FERREIRA DA SILVA

**SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA EM SEMENTES DE JUCÁ (*Libidibia ferrea* (Mat. ex
Tul.) L.P. Queiroz var. *ferrea*) UTILIZANDO PRESSÃO HIDROSTÁTICA**

MOSSORÓ

2023

PABLO FERREIRA DA SILVA

SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA EM SEMENTES DE JUCÁ (*Libidibia ferrea* (Mat. ex Tul.) L.P. Queiroz var. *ferrea*) UTILIZANDO PRESSÃO HIDROSTÁTICA

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Campus Mossoró, como requisito para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof.^a. Dr^a. Jailma Suerda Silva de Lima – UFERSA - DCAF

Coorientador: Prof. Dr. Lázaro Luís de Lima Sousa – UFERSA - CCEN

MOSSORÓ

2023

© 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.

SS586 Silva , Pablo Ferreira da.
s Superação de dormência em sementes de jucá
(Libidibia ferrea (Mat. ex Tul.) L.P. Queiroz
var. ferrea) utilizando pressão hidrostática /
Pablo Ferreira da Silva . - 2023.
49 f. : il.

Orientadora: Jailma Suerda Silva de Lima.
Coorientador: Lázaro Luís de Lima Sousa.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de , 2023.

1. Fabaceae. 2. Impermeabilidade do tegumento.
3. Libidibia ferrea. 4. Sementes. 5.
Hidrostática. I. Lima, Jailma Suerda Silva de,
orient. II. Sousa, Lázaro Luís de Lima , co-
orient. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

PABLO FERREIRA DA SILVA

SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA EM SEMENTES DE JUCÁ (*Libidibia ferrea* (Mat. ex Tul.) L.P. Queiroz var. *ferrea*) UTILIZANDO PRESSÃO HIDROSTÁTICA

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Campus Mossoró, como requisito para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Defendida em: 19 / 09 / 2023

BANCA EXAMINADORA



Documento assinado digitalmente
JAILMA SUERDA SILVA DE LIMA
Data: 20/10/2023 09:51:57-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof.^a Dr.^a. Jailma Suerda Silva de Lima (UFERSA)

Presidente-Orie



Documento assinado digitalmente
LAZARO LUIS DE LIMA SOUSA
Data: 20/10/2023 13:29:19-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. Lázaro Luís de Lima Sousa (UFERSA)

Coorientador



Documento assinado digitalmente
CLARISSE PEREIRA BENEDITO
Data: 20/10/2023 14:50:00-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof.^a Dr.^a. Clarisse Pereira Benedito (UFERSA)



Documento assinado digitalmente
LUCIANA ANGELICA DA SILVA NUNES
Data: 20/10/2023 17:14:24-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof.^a Dr.^a. Luciana Angelica da Silva Nunes (UFERSA)

Membro Examinador



Documento assinado digitalmente
GARDENIA SILVANA DE OLIVEIRA RODRIGUES
Data: 20/10/2023 15:55:56-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof.^a Dr.^a. Gardênia Silvana de Oliveira Rodrigues (SSEC-EEGR)

Membro Examinador

A Deus,

Ofereço

Aos meus pais, que com muito esforço e dedicação contribuíram significativamente para que eu concluísse mais uma etapa da minha vida, em busca de algo melhor, um futuro melhor.

Dedico.

As sementes são fortes e resistentes, mas também frágeis e delicadas. Elas nos ensinam que a vida é um equilíbrio entre força e fragilidade.

Autor desconhecido

AGRADECIMENTOS

A Deus, por nunca me abandonar e está sempre presente em minha vida mesmo eu não sendo merecedor do seu amor, por me proteger, dar-me sabedoria e paciência. Obrigado, Senhor.

A minha família, em especial aos meus pais, Ivaneide Porpino e Paulo Ferreira, aos meus irmãos, Paulo Filho e Patrik Ferreira, por sempre se fazerem presentes mesmo com a distância, me apoiando, cuidando e orando por mim durante todo esse tempo. A vocês, meu amor e gratidão.

A UFERSA pelo incentivo a pesquisa nos projetos de iniciação científica e pela oportunidade de executar essa pesquisa e por todo apoio durante a graduação.

A minha orientadora, Jailma Suerda, por ter me acolhido no grupo de pesquisa e se tornar uma pessoa muito especial em minha vida, por toda atenção, paciência, amizade e apoio durante os anos de pesquisa. Muito obrigado! A senhora, todo o meu carinho, respeito e admiração.

Ao meu coorientador, Lázaro Luís, pela colaboração no desenvolvimento desse projeto, por toda dedicação, incentivo, apoio e amizade, desde sempre. Muito obrigado, meu amigo! A você, toda minha admiração, carinho, amizade, companheirismo e respeito.

A todos os meus amigos e colegas que fazem parte dos grupos de pesquisa; Ciência e Ação e do MATIEF: Rebeca Monique, Antônio Gideilson, Gabriel Kariel, Maurício Santos, José Elinaldo, Elias Gomes, Witor Marcelo, Arthur Mendes, Lucca Matheus, Abmael Rebouças, Vinícius Moesio, Raimundo Neto e Fernando Calazans, por toda ajuda durante a elaboração do experimento, bem como pela amizade e acolhimento que recebi.

Aos técnicos do Laboratório de Análises de Sementes, o Sr. Nonato, Sara e Cezar, por toda ajuda durante a condução desse trabalho em laboratório.

Aos membros da banca, Prof.^a Dr.^a. Clarisse Pereira, Prof.^a Dr.^a. Luciana Angélica e a Dr.^a. Gardênia Silvana, por terem gentilmente aceitado o convite para participar desta avaliação, e assim, contribuir significativamente para aprimorar está pesquisa.

À minha turma da graduação, que esteve ao meu lado durante todo o processo de formação acadêmica. Agradeço o apoio, incentivo e amizade que recebi de cada um de vocês, e espero que este trabalho possa ser útil para nossa trajetória profissional e pessoal.

Por fim, agradeço a todos que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização deste trabalho.

Gratidão!

RESUMO

SILVA, Pablo Ferreira da. **Superação de dormência em sementes de jucá (*Libidibia ferrea* (Mat. ex Tul.) L.P. Queiroz var. *ferrea*) utilizando pressão hidrostática**. 2023. 49 páginas. Monografia (Departamento de Ciências Agronômicas e Florestais) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, RN, 2023.

A *Libidibia ferrea* (Fabaceae – Caesalpinoideae), conhecida por jucá, apresenta ampla distribuição nas regiões Norte e Nordeste do Brasil. Sua multiplicação ocorre por meio de sementes, e se faz necessário superar a dormência natural das sementes que é causada pela impermeabilidade do tegumento. Diante disso, objetivou-se avaliar a superação de dormência em sementes de jucá (*Libidibia ferrea* (Mat. ex Tul.) L.P. Queiroz var. *ferrea*) utilizando diferentes períodos de aplicação da pressão hidrostática. Para isso, foi realizado um experimento conduzido no Laboratório de Análises de Sementes e no Laboratório de Química, Física e Matemática da UFERSA-RN, no período de janeiro a abril de 2023. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, constando de seis tratamentos e quatro repetições de 25 sementes. Os tratamentos utilizados foram: (T1 – pressão hidrostática durante 3 horas; T2 – pressão hidrostática durante 6 horas; T3- pressão hidrostática durante 9 horas, T4 – pressão hidrostática durante 12 horas; T5 – escarificação mecânica com lixa nº 8 e T6 – sem tratamento). Após a aplicação dos tratamentos as sementes foram semeadas em substrato de areia umedecida, durante 20 dias. As características avaliadas foram, taxa de absorção de água, germinação, índice de velocidade de germinação, sementes não germinadas, comprimento de plântulas normais (parte aérea e raiz) e massa seca (parte aérea e raiz). As características avaliadas foram influenciadas pela submissão à pressão hidrostática. Os métodos mais eficientes no processo de superação de dormência em sementes de jucá foram o tempo de embebição sob pressão hidrostática durante 12 horas e a escarificação mecânica. A pressão hidrostática aumentada sobre as sementes é uma tecnologia eficiente na superação de dormência de sementes de jucá.

Palavras-chave: Fabaceae. Impermeabilidade do tegumento. *Libidibia ferrea*; Sementes; Hidrostática.

ABSTRACT

SILVA, Pablo Ferreira da. **Dormancy Overcoming in Jucá Seeds (*Libidibia ferrea* (Mat. ex Tul.) L.P. Queiroz var. *ferrea*) using hydrostatic pressure.** 2023. 49 pages. Monografia (Departamento de Ciências Agronômicas e Florestais) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, RN, 2023.

The *Libidibia ferrea* (Fabaceae – Caesalpinoideae), commonly known as jucá, is widely distributed in the North and Northeast regions of Brazil. It propagates through seeds, and it is necessary to overcome the natural seed dormancy, which is caused by the impermeability of the seed coat. Therefore, the objective of this study was to evaluate the dormancy-breaking of jucá seeds (*Libidibia ferrea* (Mat. ex Tul.) L.P. Queiroz var. *ferrea*) using different periods of hydrostatic pressure application. An experiment was conducted in the Seed Analysis Laboratory and the Chemistry, Physics, and Mathematics Laboratory at UFERSA-RN from January to April 2023. The experimental design used was completely randomized, comprising six treatments and four replicates of 25 seeds each. The treatments used were: (T1 – hydrostatic pressure for 3 hours; T2 – hydrostatic pressure for 6 hours; T3 – hydrostatic pressure for 9 hours, T4 – hydrostatic pressure for 12 hours; T5 – mechanical scarification with sandpaper number 8, and T6 – untreated control). After the application of treatments, the seeds were sown in a moist sand substrate for 20 days. The evaluated characteristics included water absorption rate, germination, germination speed index, non-germinated seeds, length of normal seedlings (shoot and root), and dry mass (shoot and root). The assessed characteristics were influenced by exposure to hydrostatic pressure. The most efficient methods in overcoming dormancy in jucá seeds were 12 hours of imbibition under hydrostatic pressure and mechanical scarification. Increased hydrostatic pressure on the seeds is an efficient technology in overcoming dormancy in jucá seeds.

Keywords: Fabaceae. Seed coat impermeability. *Libidibia ferrea*; Seeds; Hydrostatic.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	–	Árvore (A), caule (B) e folha (C) de jucá (<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul) L.P Queiroz var. <i>ferrea</i>)17
Figura 2	–	Inflorescência (A), fruto (B) e sementes (C) de jucá (<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul) L.P Queiroz var. <i>ferrea</i>).....18
Figura 3	–	Líquido em um recipiente aberto para a atmosfera23
Figura 4	–	Locais de condução dos experimentos na UFERSA: (A) LQFM; (B) LAS24
Figura 5	–	Preparação da areia para plantio nos estágios de: (a) lavagem; (b) secagem; (c) areia peneirada; (d) pesagem; e (e) esterilização.....26
Figura 6	–	Preparação da areia em bandeja para realizar plantio das sementes26
Figura 7	–	Ilustração do aparato experimental formado principalmente por canos e chaves27
Figura 8	–	Esquema de uso das câmaras27
Figura 9	–	Sementes em saco telado plástico28
Figura 10	–	Câmaras em destaque29
Figura 11	–	Variação da massa de água (mA) de sementes de jucá (<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul) L.P Queiroz var. <i>ferrea</i>) em função do tempo de embebição (Te) sob pressão hidrostática.32
Figura 12	–	IVG (A), germinação (B), sementes mortas (C), sementes duras (D), plântulas normais (E) e plântulas anormais (F) de sementes de jucá (<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul) L.P Queiroz var. <i>ferrea</i>), submetidas a diferentes tempos de embebição sob pressão hidrostática36
Figura 13	–	Plântulas de jucá (<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul) L.P Queiroz var. <i>ferrea</i>) submetidas a diferentes tempos de embebição sob pressão hidrostática a 3 (A), 6 (B), 9 (C) e 12 horas (D).40
Figura 14	–	Comprimento da parte aérea (A), Comprimento de raiz (B), Massa seca da parte aérea (C) e Massa seca da raiz (D) de sementes de jucá (<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul) L.P Queiroz var. <i>ferrea</i>), submetidas a diferentes tempos de embebição sob pressão hidrostática.....41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	–	Descrição dos materiais utilizados para montagem do experimento	29
Tabela 2	–	Variação do teor de água em sementes em função da pressão hidrostática (0,03m)	33
Tabela 3	–	Variação do teor de água em sementes em função da pressão hidrostática (5,5m)	33
Tabela 4	–	Valores médios do tratamento controle (sementes intactas), do tratamento de sementes escarificadas e do tratamento com pressão hidrostática do índice de velocidade de germinação (IVG), porcentagens de germinação (GER), de sementes mortas (SM), de sementes duras (SD), de plântulas normais (PN) e de plântulas anormais (PA). Mossoró – RN, UFERSA, 2023.	34
Tabela 5	–	Valores médios do tratamento Controle (sementes intactas), do tratamento de sementes escarificadas e do tratamento com pressão hidrostática do comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca de raiz (MSR). Mossoró – RN, UFERSA, 2023.....	39

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	13
2.	OBJETIVOS	16
2.1	Objetivo geral	16
2.2	Objetivos específicos	16
3.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
3.1	Descrição da espécie	17
3.2	Germinação de sementes	19
3.3	Dormência em sementes	20
3.3.1	Tipos de dormência	20
3.3.2	Métodos de superação de dormência	21
3.4	Conceitos básicos da hidrostática	22
3.4.1	Densidade	22
3.4.2	Pressão hidrostática e os princípios de Stevin e Pascal	22
4.	MATERIAL E MÉTODOS	24
4.1	Local do experimento	24
4.2	Delineamento experimental e tratamentos	25
4.3	Equipamento de pressão hidrostática	26
4.4	Características avaliadas	30
4.5	Análise Estatística	31
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
5.1	Teor de água absorvido pelas sementes de jucá sob baixa e alta pressão hidrostática	31
5.2	Resposta das sementes de jucá a pressão hidrostática	34
5.2.2	Comprimento da parte aérea e raiz e massa seca de parte aérea e raiz de plântulas de <i>Libidibia ferrea</i>	40
6.	CONCLUSÕES	43
	REFERÊNCIAS	44

1. INTRODUÇÃO

A multiplicação de espécies florestais nativas, tem sido motivado pela ênfase nos problemas ambientais e na necessidade de recuperação de áreas degradadas e recomposição da paisagem. Entretanto, a produção de mudas de espécies nativas enfrenta o problema da dormência de sementes de muitas espécies, o que resulta em atrasos no desenvolvimento da planta. Essa característica é considerada um fator limitante para a produção de mudas de espécies nativas (JUNIOR *et al.*, 2014; NIGRE *et al.*, 2009).

Dentre as espécies florestais nativas da Caatinga, destaca-se a *Libidibia ferrea* Mart. ex Tul. var. *ferrea*, pertencente à família das Fabaceae, popularmente conhecida como pau-ferro ou jucá, é uma espécie arbórea, com ampla distribuição no Norte e Nordeste do país, sendo muito utilizada como planta medicinal com propriedades curativas no tratamento do diabetes, além de uso em contusões e de ferimentos, apresenta importância apícola por suas flores fornecerem néctar e pólen e por importância ambiental utilizada na recuperação de áreas degradadas, na recuperação de solo e restauração do ambiente fluvial (CARVALHO, 2014).

As sementes de *L. ferrea* apresentam tegumento duro e impermeável o que dificulta a absorção de água, as trocas gasosas, e com isso prolonga o tempo de germinação e consequente desuniformidade (SANTANA *et al.*, 2011). De acordo com Avelino *et al.* (2012), existe vários trabalhos que mostram que sementes de jucá exibe dormência pela impermeabilidade do tegumento à água, e que o método de escarificação mecânica do tegumento da semente com o uso de lixa é efetivo para a superação da dormência, como comprovado através de seus estudos realizados com essa espécie obtendo resultados satisfatórios a emergência e ao desenvolvimento inicial das plântulas pela escarificação mecânica e química.

A germinação nas sementes ocorre quando essas estão maduras e as condições ambientais estão favoráveis, o que garante o processo de ativação do crescimento embrionário, que consequentemente ocasiona o rompimento do tegumento das sementes e o surgimento de uma nova plântula (FOWLER *et al.*, 2000). Há diversos fatores que influenciam na fisiologia das sementes, os fatores internos, inibidores e promotores de germinação e os externos, temperatura, luz, disponibilidade de água e de oxigênio, dessa forma para que essas sementes venham a germinar é importante o conhecimento da melhor tecnologia aplicada a cada espécie (VIVIAN *et al.*, 2008).

Um dos principais problemas para a germinação de boa parte das espécies florestais é causada pela dormência física, na sua maior parte em espécies pertencentes a família da Fabaceae, ocasionada pelo controle de água realizada pelo seu tegumento o qual pode ser

recoberto ou constituído de substâncias que inibe a entrada desse líquido (CIPRIANE *et al.*, 2019; AVELINO *et al.*, 2012). Esse tipo de dormência, dificulta a produção de mudas por viveiristas, por causar a desuniformidade e aumentar o período para início da germinação (COELHO *et al.*, 2010).

Estudos produzidos por Zwirter *et al.* (2013), em *Delonix regia* (flamboyant), Cipriani *et al.* (2019), em *Senna macranthera* (fedegoso), Silva *et al.* (2022), em *Apeiba tibourbou* (pau jangada), entre outros, demonstram que existe um método ideal de quebra de dormência para cada espécie. Dias *et al.* (2022), relatam que, entre os métodos utilizados para quebra de dormência tegumentar estão a escarificação ácida (sementes emergidas em ácido sulfúrico por um dado tempo, o qual varia em função da espécie), a escarificação mecânica (atrito das sementes contra superfícies abrasivas, no qual ocorre o desgaste do tegumento), e a imersão em água quente ou fria (a imersão em água quente, a mesma é aquecida até uma temperatura inicial, em água fria à temperatura ambiente (25°C) por 24 horas), como mostra o trabalho de (SILVA *et al.*, 2022) ao realizar a superação de dormência de sementes florestais da região da *Hileia baiana*, onde foi observado que o tratamento térmico foi significativo e superior aos demais tratamentos para *A. tibourbou*.

As espécies florestais apresentam diferentes tipos de dormência, e tem a natureza como recurso utilizado pelas plantas que produzem sementes como uma forma de perpetuar sua progênie, de modo que o fenômeno de dormência impossibilita que todas as sementes germinem na mesma época, elevando sua chance de sobrevivência e baixar o risco de extinção da espécie (ZANI; SANTOS, 2019).

De acordo com Brancalion *et al.* (2011), para espécies nativas de diferentes formações florestais ainda não há métodos adequados para a características relacionadas ao seu beneficiamento, armazenamento e superação da dormência, dessa forma limitando o uso dessas sementes e impossibilitando a produção de mudas, de modo que comprometa, a inserção de reflorestamento na busca da restauração florestal.

O aumento na busca por sementes de espécies florestais tem impulsionado o mercado de propagação de plantas, com a finalidade de repor áreas florestais degradadas por atividades que exercem forte pressão sobre o ambiente e problemas ecológicos causados pela remoção de bens não renováveis (LAFETÁ *et al.*, 2021).

Com isso é possível afirmar que o uso correto do método de quebra de dormência nas sementes de *L. ferrea* possibilita a obtenção de uma maior quantidade de sementes germinadas e dessa forma estabelece um crescimento rápido dessa espécie para a produção de mudas e

consequentemente realizar o reflorestamento de área que sofreram ação antrópica com a extração da vegetação.

Diante disso, se faz necessário realizar a avaliação para definir métodos mais práticos para a superação de dormência que contribuam numa maior porcentagem de germinação e na performance das mudas no viveiro. Além disso, preservar a integridade física das sementes pela utilização de um processo mais natural sem danificar a própria semente e assim trazer uma maior uniformidade no estabelecimento inicial das plantas em condições campo.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Realizar a superação de dormência de jucá (*L. ferrea* (Mat. ex Tul.) L.P. Queiroz var. *ferrea*) com o uso de pressão hidrostática

2.2 Objetivos específicos

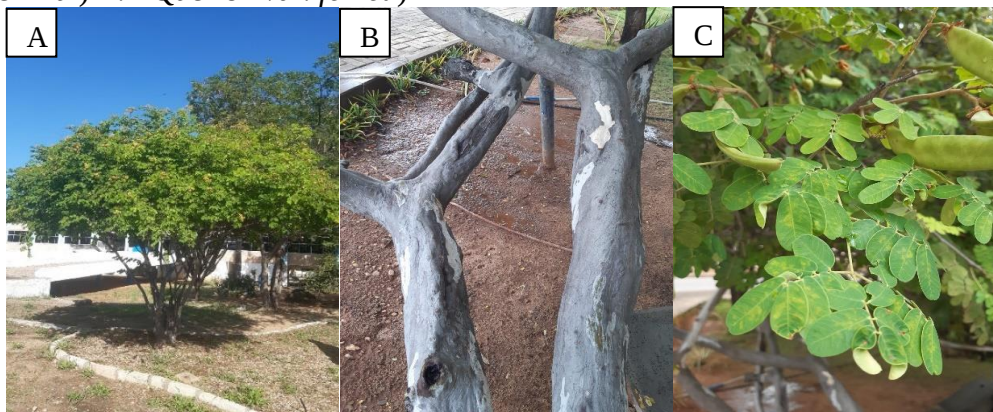
- Testar diferentes tempos de pressão hidrostática na germinação e vigor de sementes de jucá.
- Reduzir o tempo de germinação das sementes de jucá com o uso da pressão hidrostática.
- Proporcionar um método que possibilite a quebra de dormência e uniformize a germinação e assim possamos obter mudas uniformes.
- Trazer uma tecnologia de fácil aplicabilidade com baixo custo de produção.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Descrição da espécie

O jucá (*Libidibia ferrea*), pertence à família da Fabaceae, subfamília *Caesalpinoideae* e gênero *Caesalpinia*, é uma espécie arbórea, como mostrado na Figura 1A, de comportamento sempre-verde, ou de mudança foliar anual, seu tamanho pode atingir dimensões próximas de 6 a 10 m de altura. O caule é baixo (Figura 1B) com ramificações de galhadas irregulares chegando a medir até 0,20 cm de espessura, liso e revestido por cascas de aspecto descamado de coloração acinzentada com renovação anual. Suas folhas, mostradas na Figura 1C, são alternas, compostas, contendo de 4 a 6 pares de folíolos, com coloração avermelhada quando novas, passam para um tom verde-claro e depois tornam-se verde-escuro-acinzentado (CARVALHO, 2014; LIMA, 2011).

Figura 1 - Árvore (A), caule (B) e folha (C) de jucá (*Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul) L.P Queiroz var. *ferrea*)



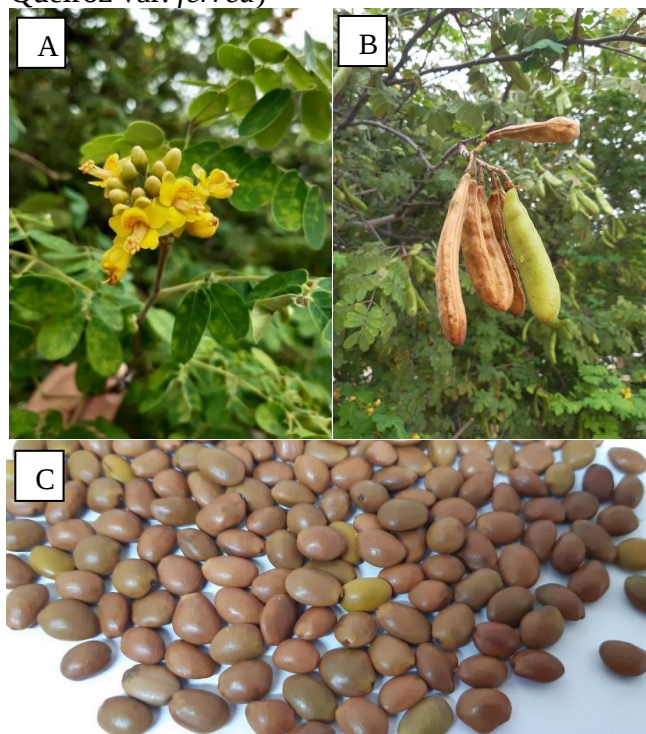
Fonte: Autor (2023)

A floração da *L. ferrea* ocorre na estação seca até início da estação chuvosa com frutificação com ocorrência no final da estação seca se prolongando pela estação chuvosa (GALDINO *et al.*, 2007).

As inflorescências ocorrem em panículas terminais com flores pequenas, hermafroditas, perfumadas, com pétalas de cores amareladas e listradas na parte interna, como mostra a Figura 2A (CARVALHO, 2014; LIMA, 2011). A *L. ferrea* apresenta uma alta produção anual de frutos, suas sementes apontam germinação numa amplitude térmica de 15 a 40° C com capacidade de armazenamento por pelo menos oito meses. Seus frutos são vagens de coloração castanho-avermelhado quando maduros (Figura 2B), indeiscente, quando maduros não se abrem de modo a expor suas sementes, e suas sementes conforme Lorenzi (1992) citado por

BRAGANTE *et al.* (2018) são do tipo ortodoxas, endospermicas que apresentam dormência física no amadurecimento e com formatos subelípticos a ovais (AGRA *et al.*, 2005), como pode ser visto na Figura 2C.

Figura 2 - Inflorescência (A), fruto (B) e sementes (C) de jucá (*Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul) L.P Queiroz var. *ferrea*)



Fonte: Autor (2023)

Vale destacar que as sementes de *L. ferrea* apresentam tegumento impermeável e rígido, em virtude do seu mecanismo de dormência natural das sementes, o que lhe confere a dificuldade da entrada de água por absorção, no entanto Santana *et al.*, (2011) e; Taiz *et al.*, (2017) afirmam que essa dormência pode ser quebrada quando passar pelo intestino gástrico de animais ou através do atrito em sua superfície causando-lhe fissuras e consequentemente a permeabilidade da água.

A utilização da *L. ferrea* se dá por várias regiões do mundo, para fins fitoterápicos (NASCIMENTO *et al.*, 2020; MORAES *et al.*, 2022), medicinais (HOLANDA *et al.*, 2021; MELO *et al.*, 2023), paisagismos (CAVALCANTE *et al.*, 2017), reflorestamento (MAIA, 2012), entre outros. No Brasil, sua presença ocorre principalmente na Caatinga arbustiva e arbórea do Nordeste, nessa região sua utilização se dá na produção de carvão, lenha, tábuas, moirões, cercas, estacas, e além de uso forrageiro (OLIVEIRA *et al.*, 2017). Ressalta Batista *et*

al. (2017), o seu frequente uso no tratamento de feridas cutâneas, além disso, afirma *L. ferrea* apresenta diversas atividades farmacológicas comprovadas.

Diante desse contexto, os estudo que se utilizam dessa espécie florestal auxiliam como instrumento na conservação da flora, do mesmo modo que para a permanência da cultura local, através dos ensinamentos adquiridos por familiares mais velhos.

3.2 Germinação de sementes

A germinação é um processo biológico, que inicia com a absorção de água pela semente seca e termina com a emergência do eixo embrionário, geralmente a raiz primária, e transporta seus tecidos circundantes (TAIZ *et al.*, 2017), no entanto, é necessário que a semente absorva uma quantidade equivalente de água, o que permitirá a reativação dos processos metabólicos (BRAGA *et al.*, 2009). De acordo com Marcos Filho (2015), a captura de água pelas sementes condiciona a ativação dos processos metabólicos que conduzem o aumento do embrião e à entrada da raiz nos tecidos que circundam.

A velocidade, a percentagem e uniformidade de germinação de uma população de sementes são influenciadas por condições internas, fatores intrínsecos (vitalidade e viabilidade, longevidade, grau de maturidade, dormência, sanidade, integridade morfologia e estrutural e, genótipo), fatores do ambiente (água, liberação de exsudados e danos durante a embebição, tolerância da semente à desidratação, velocidade e intensidade de embebição (captação de água pelas sementes), temperatura, oxigênio, luz e, promotores químicos) e por práticas de manejo durante e após colheita (MARCOS FILHO, 2015).

A velocidade de absorção de água pelas sementes varia conforme a espécie, sendo vinculada, entre outros fatores, pela disponibilidade de água que pode alterar desde saturação até próximo de zero e, pela pressão hidrostática (BRAGA *et al.*, 2009). A disponibilidade e a velocidade do fluxo de água para a semente são estabelecidas pela disparidade do potencial hídrico entre a semente e o solo/substrato (BITTENCOURT *et al.*, 2004).

O processo germinativo estabelecido por Malone *et al.* (2007), se constitui num complexo e ordenado conjunto de eventos fisiológicos e bioquímicos em que a semente é submetida logo após iniciar a absorção de água, o qual Marcos Filho (2015), destaca esses eventos estabelecidos por diversos autores que se dedicaram ao estudo da germinação, através de diferentes abordagens sobre o processo, no detalhamento e tipos de enfoque, morfológico, fisiológico ou bioquímico, sendo a proposta apresentada por Bawley *et al.* (1994) aceita pela

comunidade científica, que sugeriram três etapas principais durante a germinação: embebição, processo bioquímico preparatório e emergência propriamente dita (crescimento).

3.3 Dormência em sementes

A propagação de espécies nativas, frequentemente é limitada pela ocorrência de dormência presente nas sementes, e dessa forma interrompe sua germinação (SANTOS *et al.*, 2003), a dormência oferece a oportunidade para a perpetuação de plantas que se encontram em ambientes com condições parcialmente desfavoráveis, é considerado uma característica eficiente para assegurar a sobrevivência e continuidade da espécie (MARCOS FILHO, 2015).

Algumas sementes têm a capacidade de germinar logo após a fertilização, sendo que outras, apresentam características particulares da espécie que impedem com que essas germinem. Uma semente é considerada dormente quando mesmo em condições favoráveis, na presença de água, oxigênio e temperatura não germinam, dessa forma, ele pode sincronizar a germinação e permanecer por longos períodos no banco de sementes do solo tornando-se ativas quando as condições do ambiente forem ideais ao desenvolvimento da plântula (JÚNIOR, 2010).

De acordo com Júnior (2010), o tipo de dormência nas sementes florestais pode ser definido por três aspectos: sua causa (morfológica, fisiológica, física, química e mecânica), definição do local (exógenos em estruturas fora do embrião, no endosperma, perisperma, tegumento ou pericarpo e endógeno no embrião) e pela definição do momento em que a dormência se manifesta, na dispersão (primária) ou após (secundária).

3.3.1 Tipos de dormência

Existem vários fatores que conseguem atuar de forma isolada ou conjunta no bloqueio da germinação das sementes. De acordo com Baskin *et al.* (2001), em relação aos fatores hoje conhecidos, existe o reconhecimento de cinco tipos de dormência: morfológica (dormência por imaturidade do embrião), fisiológica, morfofisiológica, física (dormência tegumentar) e dormência combinada (física + fisiológica).

Dormência morfológica é aquela em que o embrião da semente é separado em condição ao tamanho, mas é diferente em relação ao cotilédone e eixo hipocótilo-radícula. Nessa dormência, o embrião não é fisiologicamente dormente, apenas necessita de tempo para crescer e germinar. Dormência fisiológica é aquelas onde a presença de substâncias inibidoras ou a

falta de substâncias promotoras de germinação impedem que a mesma aconteça. Dormência morfofisiológica acontece quando os embriões são pouco desenvolvidos e fisiologicamente dormentes. A dormência do tipo física é aquela em que o tegumento da semente ou o pericarpo são impermeáveis à entrada de água. Já a dormência combinada é aquela em que na mesma semente coexistem dormência fisiológica do embrião e impermeabilidade do tegumento à água (BASKIN *et al.*, 2004).

3.3.2 Métodos de superação de dormência

Existem diversos métodos de superação de dormência de sementes, que podem ser aplicados de acordo com a espécie vegetal em questão. Dentre os métodos indicados para superação de dormência física pode-se destacar escarificação mecânica, química e embebição em água quente ou fria (MARCOS-FILHO, 2015; URSULINO *et al.*, 2019; CARVALHO *et al.*, 2019). Esses tratamentos têm como objetivo desgastar o tegumento e permitir a entrada de água em quantidade suficiente para iniciar o processo germinativo. Esse processo pode ser realizado de diversas formas, como abrasão, corte com lâmina e lixamento das sementes, porém pode causar injúrias ao tegumento, além de favorecer a entrada de microrganismos e provocar danos mecânicos. Mission *et al.* (2016), ao utilizar a escarificação mecânica em sementes de *Senna macranthera* obtiveram resultados satisfatórios ao utilizar lixa 80 em cilindro rotativo por 1 segundo, mostrando que esse método é recomendado para a superação da dormência tegumentar.

A escarificação química, permite a semente superar a dormência causada pela impermeabilidade à água, a gases e a retirada de inibidores químicos. Esse método geralmente faz uso de ácidos, ácido sulfúrico (H_2SO_4) um dos mais utilizados, cujo tempo de imersão varia em função da dureza do tegumento, sendo determinada para cada espécie. Essas sementes ficam imersas na solução por um tempo de 5 a 10 minutos ou mais, o qual varia em função da espécie, passado esse período, o ácido é escoado e as sementes são colocadas em um recipiente com água para a remoção do excesso de produto (JÚNIOR, 2010; MARCOS FILHO (2015). Nascimento *et al.* (2021), estudando métodos de superação de dormência de *Cassia grandis*, verificou que a escarificação química com ácido sulfúrico concentrado obteve resultado positivo ao deixar essas sementes imersas na solução por 30 minutos.

A embebição em água quente ou fria é outro método que vem sendo empregado para o tratamento de sementes de espécies florestais, para a superação da dormência. Método esse que consiste em deixar as sementes embebidas em água quente por diferentes períodos de tempo ou

em água fria num período de 24 a 48 horas (JÚNIOR, 2010; LAFETÁ *et al* 2021). De acordo com Azeredo *et al.* (2010), a eficiência da técnica de escarificação térmica é influenciada pela intensidade da dormência das sementes, a qual pode variar de acordo com a espécie e a procedência. Alguns trabalhos, Lafetá *et al.* (2021), Azeredo *et al.* (2010), se mostram eficientes ao empregar a utilização dessa técnica no processo para a superação de dormência de sementes de espécies florestais de jucá e catanduva.

3.4 Conceitos básicos da hidrostática

A hidrostática é um ramo da mecânica dos fluidos que estuda os fluidos em equilíbrio, ou seja, sem movimento relativo em suas partes. Segundo a literatura, ela é uma área fundamental que se concentra na compreensão das propriedades dos líquidos em repouso e nas leis que governam o comportamento dos fluidos confinados em recipientes ou tubos (YOUNG *et al.*, 2012; HALLIDAY *et al*, 2014; SEARS *et al.*, 2003). A densidade e a pressão são duas grandezas de muita importância quando são estudados os líquidos. A seguir elas são definidas separadamente.

3.4.1 Densidade

A densidade de um líquido é uma grandeza física que representa a massa por unidade de volume do fluido. Matematicamente, a densidade de um corpo, dado por ρ , é definida matematicamente pela razão entre sua massa, m , e o volume ocupado por ele, V , como mostra a Equação 1.

$$\rho = m/V \quad \text{Equação 1}$$

A unidade de medida da densidade no Sistema Internacional de Unidades (SI) é o quilograma por metro cúbico, kg/m^3 . A densidade é uma propriedade característica de cada líquido, que pode variar de acordo com a temperatura e a pressão em que se encontra. De acordo com Halliday *et al.* (2012), a densidade é uma propriedade física importante que pode ser utilizada para identificar diferentes substâncias e materiais.

3.4.2 Pressão hidrostática e os princípios de Stevin e Pascal

A pressão, P , é uma grandeza física que representa a razão entre a força aplicada perpendicularmente sobre uma superfície, $F_{\perp}$, por unidade de área, A , em que a força é aplicada.

Essa relação é mostrada na Equação 2. Apesar de advir de parâmetros que podem ser representados por vetor, a pressão não pode ser escrita como um vetor.

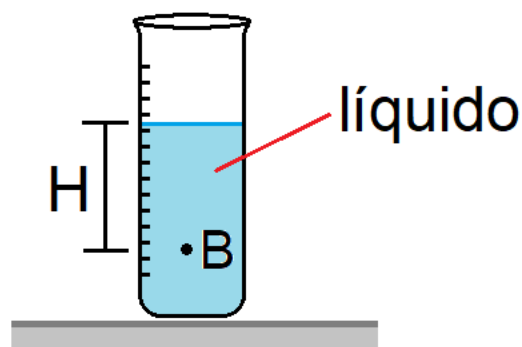
$$P = \frac{F_{\perp}}{A} \quad \text{Equação 2}$$

A unidade de medida da pressão no SI é o pascal, Pa. Por ser uma grandeza derivada, 1 Pa equivale a uma força de 1 newton (N) aplicada a uma área de 1 metro quadrado (m²).

Em líquidos, a pressão em seu interior, ganha o nome de pressão hidrostática. Como consequência, os princípios de Stevin e Pascal ganham importância para explicar como varia e é distribuída essa pressão. O princípio de Stevin, também denominado de Lei de Stevin, é um conceito fundamental na mecânica dos fluidos. Ele estabelece que a pressão exercida por um fluido em repouso é a mesma em todas as direções e em todos os pontos do fluido, sendo proporcional à altura da coluna de fluido acima do ponto considerado. Em outras palavras, quanto maior a profundidade do fluido, maior será a pressão que ele exerce (YOUNG *et al.*, 2012; HALLIDAY *et al.*, 2014).

A Figura 3 mostra um líquido confinado em um recipiente aberto para a atmosfera. No ponto B, segundo o princípio de Stevin, a pressão hidrostática neste ponto depende unicamente do produto entre a densidade do líquido ρ , da gravidade g e da profundidade H . Ela é chamada de pressão manométrica. Neste caso específico, como a superfície do líquido é empurrada, também, por uma pressão proveniente da camada de ar existente na atmosfera, chamada de pressão atmosférica, P_0 , a pressão no ponto B é a soma destas duas parcelas. Simplificadamente, a Equação 3 resume essa afirmação, mostrando que, quanto maior for a profundidade, maior será a pressão. Outra informação importante é que esta equação não depende do formato do recipiente e nem da quantidade de água.

Figura 3 - Líquido em um recipiente aberto para a atmosfera
pressão atmosférica



Fonte: autor (2023)

$$P(H) = P_0 + \rho g H$$

Equação 3

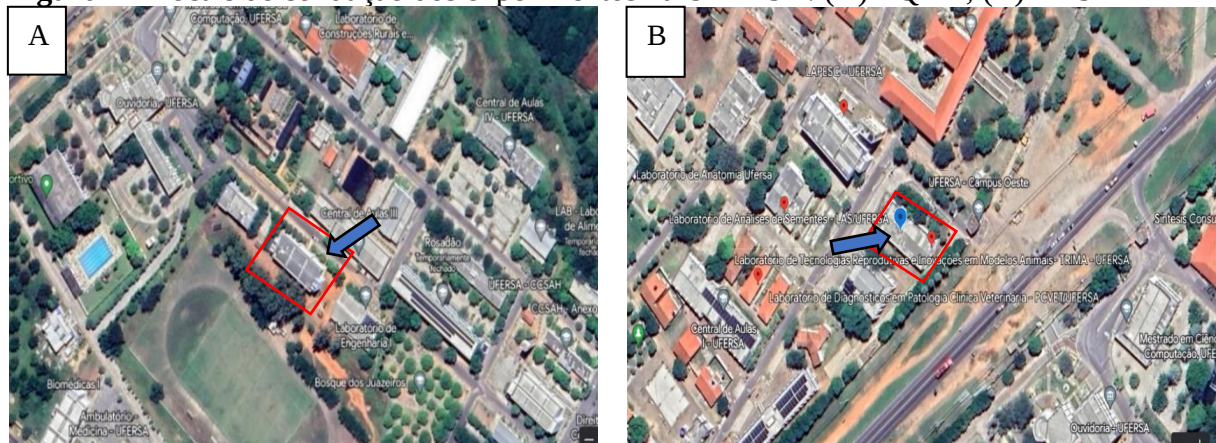
A Lei de Stevin é uma importante relação e serve para compreender muitos fenômenos físicos que ocorrem quando um corpo é mergulhado em um fluido ou com a pressão que o fluido exerce sobre seu recipiente (SERWAY *et al.*, 2015). Apesar de explicar como a pressão em um líquido varia com a profundidade, a Equação 3 não traz toda a informação de como as variações de pressão são transmitidas. Essa explicação vem com o princípio de Pascal. Ela afirma que a variação de pressão aplicada em um ponto de um fluido confinado e incompressível é transmitida igualmente a todos os pontos desse fluido, sem perda de intensidade (HALLIDAY *et al.*, 2014).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local do experimento

O experimento foi conduzido no período de janeiro a abril de 2023, em Mossoró-RN em duas partes. Primeiro, foi feita a aplicação dos tratamentos com a pressão hidrostática realizadas na área externa do (Laboratório de Química, Física e Matemática - LQFM), no lado leste da UFERSA, identificado na Figura 4A; e a segunda parte no (Laboratório de Análises de Sementes - LAS), pertencente ao Departamento de Ciências Agrônômicas e Florestais – DCAF da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, mostrado na Figura 4B.

Figura 4 - Locais de condução dos experimentos na UFERSA: (A) LQFM; (B) LAS



Fonte: Google Maps (2023)

4.2 Delineamento experimental e tratamentos

As sementes de *L. ferrea*, foram cedidas pelo Laboratório de Análises de Sementes, obtidas de frutos maduros coletados no campus da UFERSA, localização (5°11' de latitude sul e 37°20' de longitude oeste e altitude média de 18m), colhidas no ano de 2019, onde permaneceram acondicionadas em garrafa plástica em ambiente controlado (17°C; 45% U.R).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com seis tratamentos e quatro repetições, totalizando 24 unidades experimentais, cada repetição composta com 25 sementes, totalizando 600 sementes. Para a superação de dormência das sementes de *L. ferrea* foram feitos quatro tratamentos, com pressão hidrostática com tempos diferentes de embebição em água: T1: 3 horas; T2: 6 horas; T3: 9 horas; e T4: 12 horas. O tratamento T5: foi composto pelo método recomendado para espécies por Brasil (2013), que é a escarificação mecânica e o tratamento controle – T6: Foi a escarificação mecânica foi realizada do lado oposto ao hilo, usando lixa n.80.

As sementes dos tratamentos com o uso da pressão hidrostática foram pesadas antes de serem submetidas aos tratamentos (peso final – peso seco) após sofrerem ação dos tratamentos (peso final – peso úmido), obtidos em balança analítica para determinação da quantidade de água absorvida pelas sementes após a retirada das câmaras. As sementes escarificadas e sem tratamentos não passaram por esse procedimento.

A aplicação do método iniciou com a inserção das sementes do tratamento quatro (T4) no primeiro reservatório, sendo aplicada a pressão hidrostática por 12 horas. A cada 3 horas um novo tratamento era colocado nos reservatórios seguintes após cada tratamento. O método iniciou pelo tratamento quatro (T4) para que todas as sementes fossem semeadas ao mesmo tempo.

Aplicados os métodos iniciais, as sementes foram levadas para o LAS para semeadura em substrato tipo areia lavada, previamente lavada, seca em temperatura ambiente e esterilizada à 152 °C durante 2 horas. O substrato foi umedecido com quantidade de água igual a 60% da capacidade de campo, utilizando 600 mL para 4 kg de areia por bandeja, conforme recomendação de Brasil (2009). Em cada bandeja foram colocadas duas repetições de 25 sementes. A Figura 5 resume as ações realizadas para a preparação da areia antes de realizar o plantio.

Figura 5 - Preparação da areia para plantio nos estágios de: (a) lavagem; (b) secagem; (c) areia peneirada; (d) pesagem; e (e) esterilização



Fonte: autor (2023)

Após a esterilização, as bandejas com areia ficaram estão prontas para a adição de água. Esse processo é iniciado com a distribuição uniforme da areia e do acréscimo da quantidade de água. É tomado o cuidado para que não deixasse essa areia compactada, pois pode prejudicar a germinação das sementes. Depois de distribuir a areia na areia foi realizada a perfuração de covas com uma profundidade de 1 cm ou duas vezes o tamanho das sementes. As sementes foram semeadas com o hilo voltado para baixo. A Figura 6 mostra a areia sendo umedecida e preparada para o plantio das sementes.

Figura 6 - Preparação da areia em bandeja para realizar plantio das sementes



Fonte: autor (2023)

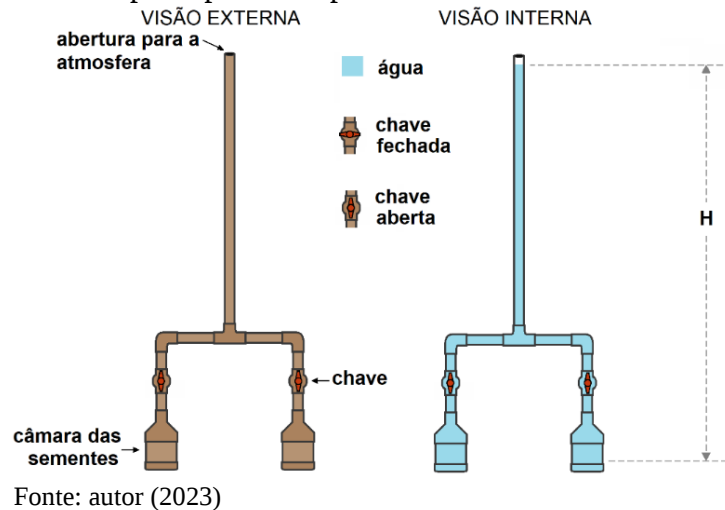
As sementes inseridas nos furos da caixa de areia são fechadas cuidadosamente com um pouco de areia lateral. Durante a condução do experimento foram realizadas regas manuais de acordo com a necessidade de umedecimento dessa areia, com o auxílio de um regador. A emergência das plântulas foi observada diariamente, durante 20 dias após a semeadura.

4.3 Equipamento de pressão hidrostática

O método da pressão hidrostática é uma extensão do método da embebição, contudo a pressão sobre as sementes é aumentada pelo aumento da coluna de água no recipiente. Para quebrar a dormência das sementes de *L. ferrea* por esse método, foi desenvolvido um

equipamento de baixo custo a base de canos de PVC (Policloreto de polivinila) e chaves, contendo um cano principal com quatro câmaras isoladas entre si. São canos de uso comum e facilmente encontrados no mercado. Uma ilustração é mostrada na Figura 7.

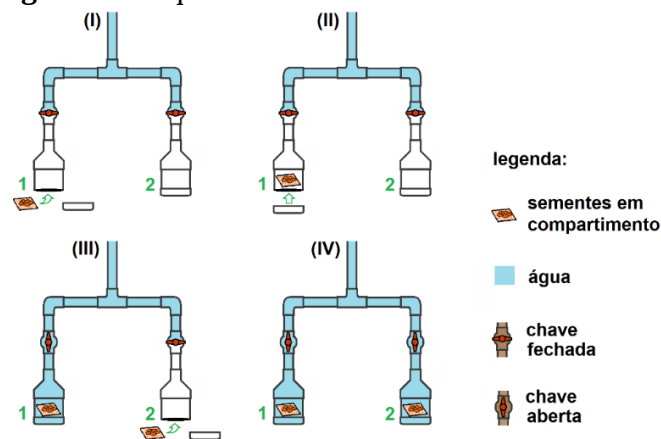
Figura 7 - Ilustração do aparato experimental formado principalmente por canos e chaves



Neste sistema que está aberto para a atmosfera, a água é inserida pela aberta superior, e mantém uma coluna de altura H . As câmaras, cada uma delas serve para abrigar as 100 sementes que passarão pelos tratamentos. Devido a quantidade de sementes, foram necessárias quatro câmaras. É importante ressaltar que independentemente do número de câmaras, a pressão em cada uma delas só depende do valor de H , como mostra a Equação 3.

As câmaras foram projetadas para serem acessadas separadamente, já que é possível realizar tratamentos simultâneos, o que pode reduzir tempo e custos com o uso de água. A Figura 8 traz uma ilustração de uso das câmaras sem que haja interferências entre elas.

Figura 8 - Esquema de uso das câmaras



Na Figura 8, o uso das câmaras é mostrado em quatro situações: I) O sistema já contendo água mantém suas câmaras fechadas. A tampa final da câmara 1 é tirada, habilitando-a para uso; II) As sementes são inseridas na câmara 1; III) A chave da câmara 1 é aberta, fazendo com que a água preencha esse espaço, neste processo, a câmara 2 continua fechada. Abre-se a câmara 2 e é possível inserir as sementes; IV) A chave da câmara 2 é aberta. Esse processo pode ser executado antes e após a realização das medidas, como também adotado para mais câmaras. Uma câmara isolada por sua chave mantém a integridade do espaço destas sementes.

Para que as sementes fiquem unidas, porém com liberdade para serem submetidas a pressão hidrostática, foi usado um saco telado plástico, após inseridas as sementes, foi costurada a parte aberta do saco com linha comum de costura. Esses materiais não alteram as características da água nem das sementes. Todas elas devem ser submetidas a, aproximadamente, a mesma pressão hidrostática. Então, é importante que haja espaço para esse apontamento. Elas não devem ser aglutinadas de tal forma que as sementes mais externas impeçam a água de fluir para as sementes localizadas no interior desse sistema. A Figura 9 mostra como ficou um grupo de 100 sementes acondicionadas em seu arranjo, permitindo o contato com a água da câmara.

Figura 9 - Sementes em saco telado plástico



Fonte: autor (2023)

Para a construção do sistema mostrado na Figura 8, o experimentador propôs seu próprio sistema. Aqui trazemos uma opção de montagem com os componentes para a construção deste equipamento com os custos de produção indicados na Tabela 1, para uma cotação realizada em novembro de 2022, na cidade de Mossoró-RN.

Tabela 1 - Descrição dos materiais utilizados para montagem do experimento

Descrição dos produtos	Quantidades	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
Registro esf sold União Fortle 20mm	4	R\$ 12,67	R\$ 50,68
Fita veda rosca 18mm×50m atlas	1	R\$ 7,57	R\$ 7,57
Adesivo PVC fortlev bisnaga 75g	1	R\$ 5,95	R\$ 5,95
Lixa massa Atlas 10220	2	R\$ 1,10	R\$ 2,20
Joelho 90 sold Fortlev 20 mm	6	R\$ 0,47	R\$ 2,82
Bucha red sold Amanco 50×20 mm LGA	4	R\$ 2,38	R\$ 9,52
Adaptador Amanco Sold 50×1 1/2	4	R\$ 3,70	R\$ 14,80
Cap roscavel Amanco 1 1/2	4	R\$ 7,30	R\$ 29,20
Tubo soldavel Fortlev 20mm (7m)	1,2	R\$ 17,77	R\$ 21,32
Luva correr para tubo sold Fortle 20mm	1	R\$ 10,90	R\$ 10,90
T sold Fortlev 20mm	3	R\$ 0,85	R\$ 2,55
Total gasto			R\$ 157,51

Fonte: autor (2023)

Com os materiais da Tabela 1, foi possível construir quatro câmaras e um cano principal com altura de 5,5 m. Como o sistema é muito alto, aqui mostramos em detalhes somente as câmaras na Figura 10. Foram colocadas placas de isopor para sustentação e integridade das câmaras.

Figura 10 - Câmaras em destaque

Fonte: autor (2023)

Utilizou-se água destilada para o preenchimento dos reservatórios e do cano principal. O sistema, então, pela sua configuração, tem a capacidade de 1800 mL. O preenchimento da água no sistema foi realizado de forma manual com o auxílio de uma escada para alcançar a abertura do cano da Figura 10.

4.4 Características avaliadas

As características avaliadas foram: **Taxa de absorção de água**, essa avaliação consistiu em realizar o peso inicial das sementes antes e depois de se aplicar a alta pressão hidrostática, conforme tratamentos estudados. Também foi realizada a mesma avaliação com sementes com a aplicação da pressão hidrostática diminuída para fins de comparação (MARQUES, 2014). Em que: $m_A(\%)$ representa a massa das sementes em porcentagem, m_{s1} é a massa do grupo de sementes antes de embeber em água e m_{s2} , a massa do grupo de sementes após o tempo de embebição.

$$m_A(\%) = [(m_{s2} - m_{s1})/m_{s1}] \times 100 \quad \text{Equação 4}$$

Germinação: a avaliação foi realizada aos 20 dias após a semeadura, onde considerou-se como germinada aquelas sementes em que era possível visualizar pelos menos os cotilédones acima da superfície do substrato. Os resultados foram expressos em porcentagem (BRASIL, 2009).

Porcentagem de sementes germinadas: Realizada ao final da contagem considerando a tecnologia de sementes que inclui plântulas normais e anormais. São consideradas plântulas normais aquelas que apresentam potencial para seu desenvolvimento e dar origem a plantas normais com todas as estruturas bem desenvolvidas sob condições favoráveis. Plântulas anormais, apresentam suas estruturas essenciais danificadas (BENEDITO *et al.*, 2008). A realização da porcentagem de sementes germinadas foi utilizada a Equação . Na equação 4, %GER representa a porcentagem de germinação; NSG o número de sementes germinadas e NTS representa o número de sementes totais.

$$[\%GER] = [NSG/NTS] \times 100 \quad \text{Equação 5}$$

Índice de velocidade de germinação (IVG): realizado por meio da contagem diária do número de plântulas emersas a partir do primeiro dia em que surgiu a primeira plântula (Maguire, 1962) (Equação 5). Na equação 5

$$[IVG] = \frac{G1}{N1} + \frac{G2}{N2} + \frac{G3}{N3} + \dots + \frac{Gn}{Nn} \quad \text{Equação 6}$$

Onde:

IVG = Índice de velocidade de germinação

G1, G2, Gn = Sementes germinadas no primeiro, segundo e último dia.

N1, N2 e Nn = Número de dias de semeadura à primeira, segunda e última contagem.

Sementes não germinadas: para identificação das sementes duras ou mortas, ao final do teste de germinação, as sementes foram pressionadas com auxílio de uma pinça. As sementes que não se desintegraram com a pressão da pinça e aparentemente estavam do mesmo tamanho, sem absorver água, foram classificadas como duras. Os resultados foram expressos em porcentagem. Já aquelas que se desintegraram quando pressionadas foram consideradas como mortas (BENEDITO *et al.*, 2008).

Comprimento da parte aérea e da raiz de plântulas normais: realizada ao final do teste de germinação, onde todas as plântulas normais foram medidas com o auxílio de uma régua graduada em centímetros. Foi realizado um processo de medição da parte aérea, que se estendeu desde a inserção da porção basal da raiz primária até o ápice da parte aérea. Em relação ao comprimento da raiz primária, a medição foi tomada desde a parte apical até o ponto basal da raiz primária, e os resultados foram expressos em centímetros (cm) (OLIVEIRA, 2020).

Massa seca da parte aérea e da raiz de plântulas normais: as partes aérea e radicular das plântulas foram cortadas com o auxílio de uma tesoura, e suas partes separadas foram colocadas em sacos de papel Kraft para secar em estufa de circulação forçada de ar a 60°C durante 72 horas onde esperou atingir o peso constante, e seguido a isso, foi realizado o peso da massa seca determinado com o uso de uma balança analítica com 0,001g de precisão (OLIVEIRA, 2020).

4.5 Análise Estatística

Os dados foram submetidos a uma análise univariada de variância, utilizando-se o software Sisvar 5.7 (FERREIRA, 2011). O teste F foi utilizado para comparar os valores médios entre o tratamento controle (sementes intactas), o tratamento de sementes escarificadas e o tratamento com pressão hidrostática ao nível de 5% de probabilidade. Foi realizando o ajustamento de curva de regressão em função do tempo de embebição através do software Table Curve (SYSTAT SOFTWARE, 2022).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Teor de água absorvido pelas sementes de jucá sob baixa e alta pressão hidrostática

Como o intuito de demonstrar influência da pressão hidrostática no aumento da massa de água nas sementes, foi realizado a aplicação da pressão em colunas de água distintas para dois

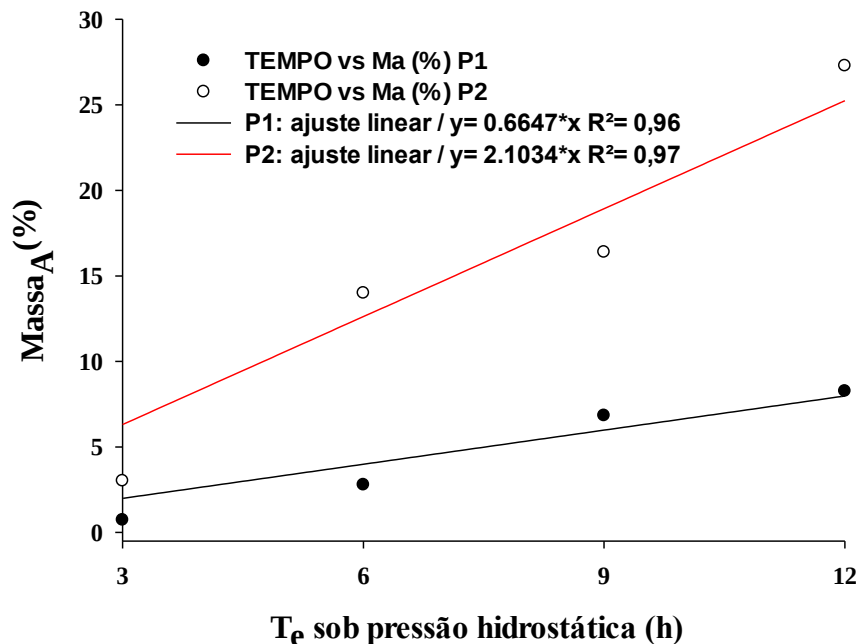
grupos de sementes, em períodos distintos, para se observar o aumento na porcentagem da massa de água (m_A), calculada usando a Equação .

A porcentagem de massa , foi utilizada para determinar a pressão hidrostática que foi aplicada em cada grupo de sementes com suas respectivas colunas de água, à 0,03 e 5,5 m. Do grupo de sementes que foram submetidas a uma coluna de água de 5,5 m foi obtido uma pressão de 155280 N/m^2 , enquanto para a coluna de água de 0,03 m foi encontrada a pressão de $101619,3 \text{ N/m}^2$, dessa forma sendo possível estabelecer que houve uma diferença de $53660,7 \text{ N/m}^2$ a mais quando foi aplicada uma coluna de água maior. E assim, estabelecer que à medida que a coluna de água é aumentada a pressão exercida sobre as sementes também aumentam.

As medidas realizadas com o aumento da pressão das sementes de cada tratamento em função do tempo de embebição (T_e) em horas é apresentado na

Figura 11, que a priori observa-se um comportamento linear entre a massa de água absorvida e o tempo em que as sementes ficam submetidas ao aumento de pressão hidrostática.

Figura 11 - Variação da massa de água (m_A) de sementes de jucá (*Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul) L.P Queiroz var. *ferrea*) em função do tempo de embebição (T_e) sob pressão hidrostática.



Fonte: autor (2023)

Nas Tabela 2 e 3 apresenta-se as informações obtidas os tratamentos nas situações em que as sementes foram submetidas a diferentes pressões hidrostáticas.

Tabela 2 - Variação do teor de água em sementes em função da pressão hidrostática (0,03m)

Variação do peso das sementes a uma pressão aumentada com uma coluna de água de 0,03 m				
Tempo de embebição	Peso inicial (g) (m_{s1})	Peso final (g) (m_{s2})	Variação do peso (g)	Teor de água absorvida
3 horas	13,10	13,196	0,096	0,73%
6 horas	13,10	13,475	0,375	2,78%
9 horas	13,10	14,060	0,960	6,83%
12 horas	13,10	14,280	1,180	8,26%

Fonte: autor (2023)

Tabela 3 - Variação do teor de água em sementes em função da pressão hidrostática (5,5m)

Variação do peso das sementes a uma pressão aumentada com uma coluna de água de 5,5 m (m_A)				
Tempo de embebição	Peso inicial (g) (m_{s1})	Peso final (g) (m_{s2})	Variação do peso (g)	Teor de água absorvida
3 horas	13,2218	13,6338	0,412	3,02%
6 horas	12,6207	14,6750	2,054	13,99%
9 horas	12,5094	14,9614	2,452	16,38%
12 horas	12,8663	17,6932	4,827	27,28%

Fonte: autor (2023)

As sementes que foram submetidas a baixa pressão (P_1), o aumento da massa de água foi bem menor quando comparado as sementes submetidas a uma alta pressão (P_2). É possível observar a diferença obtida em porcentagem da massa de água dos grupos de sementes, durante os períodos de 3, 6, 9 e 12 horas, apresentando um comportamento crescente. Para as sementes que foram submetidas a baixa pressão embebidas em uma coluna de água de 0,03 m, nos tempos estabelecidos os valores obtidos foram de 0,73; 2,78; 6,83 e 8,26% (Tabela 2). Para um outro grupo de sementes, aplicada a uma pressão aumentada em uma coluna de água de 5,5 m as porcentagens obtidas da massa de água foram de 3,02; 13,99; 16,38 e 27,28%.

No trabalho desenvolvido por Marques (2014), foi observado que ao aplicar a pressão hidrostáticas por 50 horas em dois lotes de sementes de leucena (*Leucaena leucocephala* Wit.) foi verificado resultados satisfatórios com o aumento de aproximadamente 75 e 85% de sua massa de água nesses lotes. Dessa forma pode-se estabelecer que a massa de água das sementes é aumentada de acordo com o aumento da pressão aplicada sobre elas e o tempo que essas sementes passam embebidas em água.

Informações sobre a quantidade de água absorvida pelas sementes são importantes para poder entender o momento ideal em que as sementes irão iniciar seus processos metabólicos e retomada de crescimento embrionário para a formação de plântulas.

5.2 Resposta das sementes de jucá a pressão hidrostática

É possível observar que para o índice de velocidade de germinação e a porcentagem de plântulas normais, não houve diferença estatística entre o uso da pressão hidrostática e escarificação, sendo superior ao tratamento controle (Tabela 4)

Tabela 4 - Valores médios do tratamento controle (sementes intactas), do tratamento de sementes escarificadas e do tratamento com pressão hidrostática do índice de velocidade de germinação (IVG), porcentagens de germinação (GER), de sementes mortas (SM), de sementes duras (SD), de plântulas normais (PN) e de plântulas anormais (PA). Mossoró – RN, UFERSA, 2023.

Tratamentos	IVG	GER (%)	SM (%)	SD (%)	PN (%)	PA (%)
Controle	0,70b	40,00a	52,00a	8,00b	22,00b	18,00a
Escarificadas	2,97a	55,00a	45,00a	0,00a	38,00a	17,00a
Pressão hidrostática	2,50a	55,00a	28,00b	17,00c	33,00a	22,00a
CV (%)	23,17	23,28	28,49	48,64	33,94	22,05

Fonte: Elaboração própria (2023). * Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo teste F na probabilidade de 5%.

De acordo Vieira e Krzyzanowsky (1999 apud RABBANI *et al.*, 2013), estabelecem que quanto maior o IVG, maior será a capacidade dessas sementes expressarem seu maior potencial, o que foi observado nos tratamentos com as sementes que passaram pelo processo de escarificação física com o uso de lixa e as sementes que foram submetidas a uma alta pressão hidrostática sobre elas.

Com relação a porcentagem de sementes germinadas, não houve diferença estatísticas entre os tratamentos, com as porcentagens médias para sementes submetidas a alta pressão hidrostática e escarificada com o mesmo índice de 55% e tratamento controle de 40%. De acordo com Marcos Filho (2015), a escarificação mecânica é considerada um método eficiente no processo de superação de dormência tegumentar permitindo com que a semente absorva água em quantidade adequada para poder iniciar seu processo germinativo.

Outros trabalhos apresentaram resultados satisfatórios ao se utilizar o método da escarificação mecânica, como é o caso do trabalho desenvolvido por Oliveira *et al.* (2017), ao avaliar métodos de superação de dormência tegumentar em sementes de *L. ferrea*.

Na literatura o tratamento mais indicado para a quebra de dormência para *L. Ferrea* é a escarificação mecânica, no entanto, a utilização da pressão hidrostática tem proporcionado eficiência equivalente a escarificação mecânica, no qual a escarificação com lixa favorece a entrada de água e gases nas sementes e contribui no processo germinativo. No entanto, esse método de escarificação com uso de lixa é muito demorado, devido as sementes serem lixadas uma a uma, dessa forma, a utilização da pressão hidrostática é mais viável em relação ao tempo

gasto e a quantidade de sementes que podem ser quebradas essa dormência, mantendo a mesma eficiência.

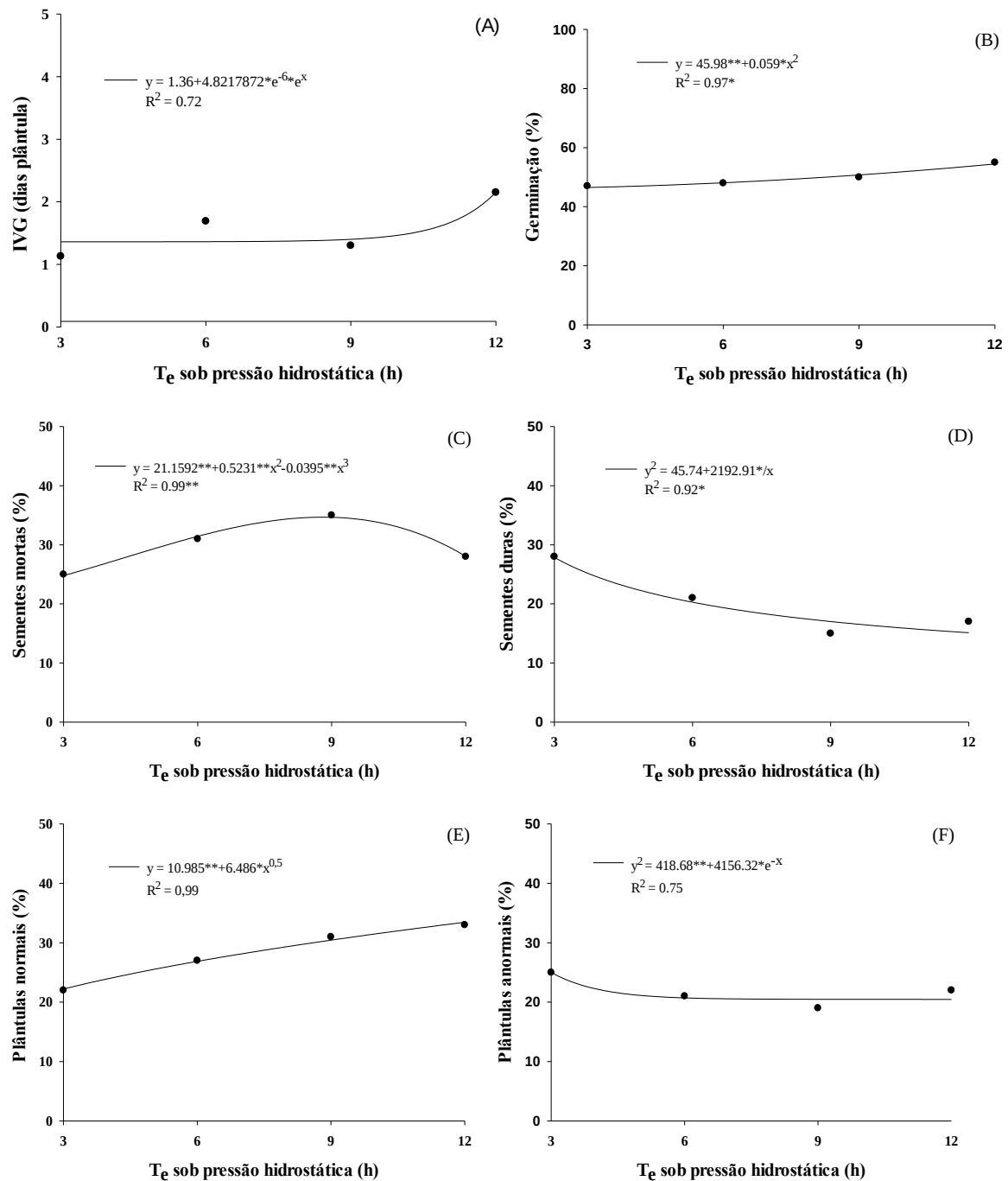
Para a porcentagem média de sementes mortas, foi observado que os tratamentos com sementes escarificadas e controle apresentaram maiores valores percentuais, 45 e 52%, respectivamente, não diferindo estatisticamente entre si, e para o tratamento com o uso de alta pressão hidrostática o valor percentual médio foi de 28%, diferindo dos demais tratamentos, mostrando maior eficiência por apresentar uma menor porcentagem de sementes mortas (Tabela 4).

Com relação a porcentagem de sementes duras, os tratamentos diferiram entre eles, com valores percentuais para sementes controle de 8%, sementes submetidas a alta pressão hidrostática de 17% e para as sementes escarificadas, não foi observado sementes duras (Tabela 4). Valores como esses, para os tratamentos que apresentaram porcentagem de sementes duras, mostram que as sementes de *L. ferrea* apresentam dormência do tipo tegumentar, necessitando de algum tratamento pré-germinativo para que ocorra a germinação de suas sementes de acordo com resultados encontrados por Coelho *et al.* (2010).

Resultados parecidos ao encontrado nesse trabalho, para as características de sementes mortas, duras e plântulas normais e anormais, foram encontrados no trabalho de Santana *et al.* (2015), ao avaliar a intensidade da dormência de sementes de *Parkea pendula*, espécie florestal pertencente a mesma família da *L. ferrea* com o mesmo tipo de dormência, através da utilização de três amostras de sementes submetidas a cinco métodos de superação mais testemunha.

Na Figura 12, os testes de germinação para as sementes de *L. ferrea* com o uso da pressão hidrostática aumentada para as variáveis, IVG, germinação, sementes mortas, sementes duras, plântulas normais e anormais.

Figura 12 - IVG (A), germinação (B), sementes mortas (C), sementes duras (D), plântulas normais (E) e plântulas anormais (F) de sementes de jucá (*Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul) L.P Queiroz var. *ferrea*), submetidas a diferentes tempos de embebição sob pressão hidrostática



Fonte: autor (2023)

Os resultados obtidos a partir dos tratamentos com sementes de jucá, utilizando-se da pressão aumentada, para a variável índice de velocidade de germinação (IVG), para os tratamentos com os tempos de embebição sob pressão hidrostática de 3, 6, 9 e 12 horas, foram 1,13; 1,69; 1,30 e 2,15 respectivamente mostrado na Figura 12A, mostrando que o tratamento

de 12 horas apresentou-se superior aos demais tratamentos quando submetidos a uma pressão com uma coluna de água de 5,5 m, com as sementes embebidas em água durante 12 horas.

O maior valor encontrado nesse trabalho foi superior ao encontrado por Araújo *et al.* (2017), ao investigar diferentes tratamentos pré-semeadura para superação de dormência de sementes de *L. ferrea*, utilizando-se da imersão em solda caustica 10% durante 10, 15, 20 minutos e despoite com posterior imersão em água por 24h.

Esse resultado nos permite inferir que com o aumento do tempo de embebição sob a utilização da pressão hidrostática contribui para a absorção de água pela semente que como mostrado por Marcos Filho (2015), essa absorção em quantidade adequada dá início as atividades metabólicas na retomada do crescimento embrionário, com o aumento nos processos físicos e químicos destas sementes, como o processo respiratório e crescimento celular. A obtenção de um IVG de 2,15 sob essas condições sugeres que o tratamento com a pressão aumentada pode ter um impacto positivo no processo de germinação das sementes de jucá.

Observou-se uma tendência de aumento gradual nos valores de porcentagem de germinação à medida que o tempo de embebição das sementes sob pressão aumentava, Figura 12B. Para a determinação da porcentagem de germinação foi levada em consideração a classificação de tecnologia de sementes que consiste em considerar plântulas normais e anormais.

A porcentagem de germinação mais elevada foi registrada no tratamento de 12 horas sob pressão hidrostática, atingindo um percentual de 55%. Esse resultado equivale-se ao encontrado por Alves *et al.* (2009), obtendo uma porcentagem de germinação de 53% em sementes de jucá quando imersa em ácido sulfúrico por 5 minutos, já Coelho *et al.* (2010) utilizando a escarificação com lixa, obtiveram uma porcentagem de germinação de 55% ao avaliar a superação de dormência tegumentar em sementes de *L. ferrea*, dessa forma com esse trabalho mostrando-se semelhante aos encontrados nos trabalhos citados.

Trabalhos mais recentes como o de Oliveira *et al.* (2017), estudando diferentes métodos de superação de dormência dessa mesma espécie obtiveram valores superiores ao encontrado nesse trabalho ao testar a escarificação mecânica com lixa nº 120 com porcentagem de 76,50%.

A baixa porcentagem de sementes germinadas nesse trabalho pode ser explicada por Fonseca *et al.* (2013) e Marcos Filho (2015), que atribuem aos fatores como o genótipo, o lote, mudanças nas condições climáticas e o grau de dormência podem causar alterações na intensidade da dormência, assim explicando a não emergência das plântulas de *L. ferrea*.

Na contagem final foi possível determinar a porcentagem das variáveis para sementes mortas, duras e plântulas normais e anormais, como mostrado nas Figuras 12C a 12F. Entre os

tratamentos avaliados, foi observado a maior porcentagem de sementes mortas (34,69 %) quando as sementes estavam 9 horas sob pressão hidrostática, mostrando esse tratamento não ser eficiente para realização da superação de dormência em sementes de jucá. Já os tratamentos de 3, 6 e 12 horas sob pressão hidrostática mostraram porcentagens de 24,79, 31 e 28%. Um estudo realizado com sementes de *Desmodium tortuosum* por Montanha *et al.* (2018), foi observado maior porcentagem de sementes mortas (37,33%), quando estas submetidas a imersão em água quente a 100 °C até o seu resfriamento.

Alguns fatores podem ter contribuído para essa alta porcentagem de sementes mortas, como estresse mecânico intenso, danos aos tecidos protetores ou desenvolvimento embriônico comprometido. Mas, quando se verifica que o tempo de 12 horas sob pressão hidrostática que foi submetido a pressão por maior tempo pode-se verificar que essa porcentagem diminuiu o que pode ser atribuído a exposição ligeiramente mais longa, já para o tratamento 3 horas sob pressão hidrostática, a porcentagem foi menor em função das sementes não terem superado sua dormência o que explica uma alta porcentagem de sementes duras.

Para as sementes duras, a maior porcentagem foi encontrada no tratamento de 3 horas sob pressão hidrostática (27,87%) e a menor porcentagem vista no tratamento de 9 horas sob pressão hidrostática (15,11%). Possíveis explicações podem estar relacionada a influência de variáveis específicas na eficácia da quebra de dormência. A intensidade do tratamento com as sementes sob alta pressão hidrostática no tratamento 3 horas sob pressão hidrostática, não sendo tão eficaz na superação da dormência tegumentar destas sementes, do mesmo modo que as sementes desta espécie apresenta esse impedimento físico devido a sua composição e espessura da casca.

O comportamento dos tratamentos nas plântulas normais e anormais foi verificado que para plântulas normais, o tratamento de 12 horas sob pressão hidrostática apresentou maior porcentagem (33%) com menor porcentagem de plântulas normais no tratamento de 3 horas sob pressão hidrostática (22%). Já para as plântulas anormais verificamos que a menor porcentagem observada nos tratamentos foi observada no tratamento de 9 horas sob pressão hidrostática (20,46%), e sua maior porcentagem foi encontrado no tratamento de 3 horas sob pressão hidrostática (25%).

Da mesma forma que, para a porcentagem de sementes germinadas, resultados obtidos dessas variáveis podem ser explicados pelos mesmos autores já mencionados anteriormente, ao destacar que tais diferenças podem ser ocasionadas por algumas variáveis, estabelecendo assim alterações na intensidade da dormência, como explicado por Marcos Filho (2015).

Na Tabela 5 é possível verificar que, para o comprimento da parte aérea, os tratamentos não apresentaram diferença estatística entre si, para os tratamentos: controle, pressão hidrostática e escarificadas, respectivamente.

Tabela 5 - Valores médios do tratamento Controle (sementes intactas), do tratamento de sementes escarificadas e do tratamento com pressão hidrostática do comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca de raiz (MSR). Mossoró – RN, UFERSA, 2023.

Tratamentos	CPA (cm)	CR (cm)	MSPA (g)	MSR (g)
Controle	7,89a	7,77b	0,10b	0,02b
Escarificadas	7,28a	10,50a	0,19a	0,07a
Pressão hidrostática	7,78a	9,19a	0,14a	0,03ab
CV (%)	6,91	16,43	28,88	46,48

Fonte: Elaboração própria (2023). * Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo teste F na probabilidade de 5%.

Verifica-se na Tabela 5, que o comprimento da raiz e MSPA, os tratamentos com sementes escarificadas e submetidas a alta pressão hidrostática não diferiram entre si, mostrando valores médio de 10,50 cm para as sementes escarificadas e 9,19 cm para as sementes submetidas a alta pressão hidrostática, já para o tratamento controle, o valor médio encontrado foi de 7,77 cm diferindo dos demais tratamento.

Na massa seca da parte aérea, não houve diferença estatística para as médias dos tratamentos com sementes escarificadas e alta pressão hidrostática com valores médios de 0,19 e 0,14 g, respectivamente. O mesmo comportamento não aconteceu para o tratamento controle com média de 0,10 g diferindo dos demais tratamentos. Ao verificar a massa seca da raiz, o comportamento estatístico das sementes submetidas a alta pressão hidrostática mostrou-se semelhante aos dois tratamentos com valor médio de 0,03 g, não diferindo estatisticamente do tratamento controle e o tratamento com sementes escarificadas. Os valores médios para o tratamento com sementes escarificadas foi de 0,07 g e para o tratamento controle de 0,02 g.

Verificando isoladamente os tratamentos com a utilização da pressão hidrostática, foi observado que os valores médios aumentaram à medida que o tempo de embebição sob pressão hidrostática aumentada, aumentou com os maiores valores encontrados no tempo de embebição sobre pressão hidrostática de 12 horas.

Na figura 13 é mostrado os tratamentos das plântulas de *L. ferrea* que foram submetidas aos tempos de embebição sob pressão hidrostática.

Figura 13 - Plântulas de jucá (*Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul) L.P Queiroz var. *ferrea*) submetidas a diferentes tempos de embebição sob pressão hidrostática a 3 (A), 6 (B), 9 (C) e 12 horas (D).



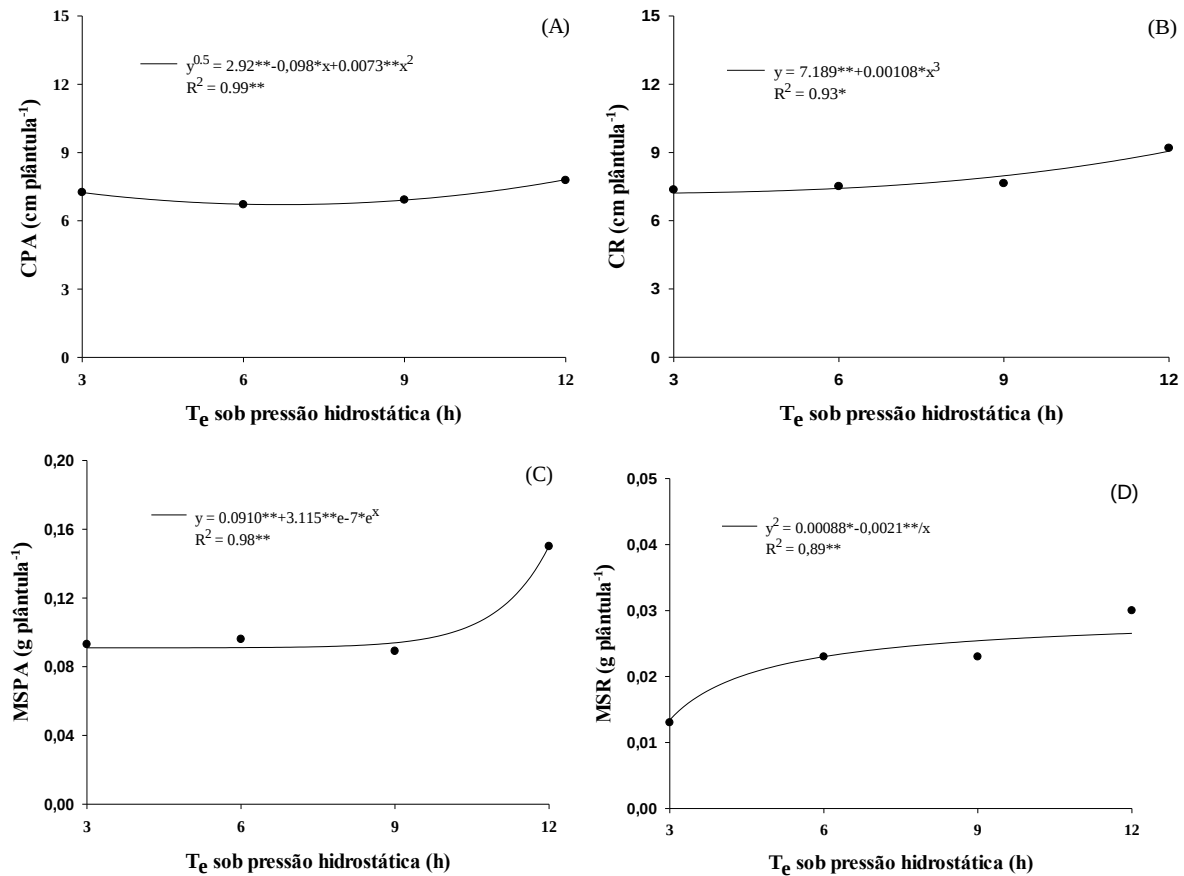
Fonte: autor (2023)

Nos tratamentos que foram submetidos aos tempos de embebição sob pressão hidrostática durante os períodos de 3, 6 e 9 horas, é possível observar que o desenvolvimento das plântulas com relação a parte aérea e raiz mostram diferenças em relação ao tamanho, sendo o tratamento de 12 horas sob pressão hidrostática com características bem mais relevantes e expressivas ao desenvolvimento da parte aérea e raízes.

5.2.2 Comprimento da parte aérea e raiz e massa seca de parte aérea e raiz de plântulas de *Libidibia ferrea*

Na Figura 14 são apresentadas as variáveis dos tratamentos com o uso da pressão hidrostática aumentada em sementes de *L. ferrea* para comprimento da parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca de raiz (MSR).

Figura 14 – Comprimento da parte aérea (A), Comprimento de raiz (B), Massa seca da parte aérea (C) e Massa seca da raiz (D) de sementes de jucá (*Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul) L.P. Queiroz var. *ferrea*), submetidas a diferentes tempos de embebição sob pressão hidrostática



Fonte: autor (2023)

Os maiores valores encontrados para comprimento da parte aérea (Figura 14A) e comprimento da raiz na Figura 14B, foi de 7,78 e 9,05 cm, respectivamente, sendo superiores a todos os tratamentos com tempo de embebição inferior sob a pressão hidrostática aumentada. Os valores encontrados neste experimento se mostraram superior aos encontrado por Araújo *et al.* (2017), ao estudar diferentes testes para a superação de dormência de semente de jucá, os maiores valores encontrados por eles de comprimento da parte aérea foram de 7,3 cm, com o tratamento de imersão das sementes em soda cáustica 10% durante 20 minutos, já para comprimento da raiz, o maior valor encontrado foi de 4,8 cm para o tratamento da sementes imersa em ácido sulfúrico concentrado (98%) durante 15 minutos. A explicação para tal comportamento pode estar relacionada ao aumento da absorção de água pelas sementes através do seu hilo, fazendo com que ocorra uma aceleração no processo germinativo e ocorra a reorganização do sistema de membrana, verificado em sementes mais vigorosas.

Para as variáveis massa seca da parte aérea e massa seca da raiz, os valores obtidos foram de 0,14 e 0,027 g, respectivamente, como mostra a Figura 14 (C) e (D). Os valores para tais variáveis também se mostraram superiores aos encontrados por Araújo *et al.* (2017), com os maiores valores encontrados por eles para essas características de massa seca da parte aérea de 1,04 mg com o tratamento em imersão de sementes em ácido sulfúrico concentrado (98%) durante 20 minutos e massa seca de raiz de 3,16 mg, com o tratamento com a testemunha (sementes intactas).

No trabalho desenvolvido por Avelino *et al.* (2012), mostrou valores superiores ao encontrado nesse trabalho para o comprimento de parte aérea de 11,32 cm ao utilizar como tratamento a escarificação química, para a massa seca da parte aérea o melhor encontrado foi de 5,67 g com a escarificação mecânica como tratamento.

Por não ser encontrado na literatura trabalhos que utilizam o uso da pressão hidrostática como tratamento no processo de superação de dormência de sementes de espécies florestais, não foi possível verificar o comportamento dessas variáveis diante da mesma metodologia. Mas quando comparados os resultados encontrados podemos verificar que eles se aproximam aos já existentes, nos levando a acreditar que a utilização desse método pode ser considerada apropriado para a utilização na superação de dormência de sementes de *L. ferrea*.

6. CONCLUSÕES

Os métodos mais eficientes no processo de superação de dormência em sementes de jucá foram o tempo de embebição sob pressão hidrostática durante 12 horas e a escarificação mecânica.

A pressão hidrostática é uma técnica promissora na superação de dormência e IVG de sementes com resistência tegumentar.

A utilização da pressão hidrostática é uma técnica viável para implementação em diferentes locais, não sendo necessário muitos gastos, sendo possível realizar a superação da dormência de uma quantidade bem expressiva de sementes sem a necessidade de mão de obra qualificada e redução do tempo de realização na atividade.

É possível unir os conhecimentos da Física e as Ciências Agrárias para desenvolver tecnologias uteis na aplicação de melhorias para os trabalhos realizados por produtores de mudas menos tecnificados.

REFERÊNCIAS

- AGRA, Maria de Fátima. et al. Plantas medicinais dos Cariris Velhos, Paraíba: Parte II: subclasses Magnoliidae, Caryophyllidae, Dilleniidae e Rosidae. ("Medicinal plants of the caatinga (semi-arid) vegetation of NE Brazil: A ...") **Revista Brasileira de Farmácia**, v. 77, n. 3, p. 97- 102, 2005.
- ANDREANI JUNIOR, Roberto et al. Superação da dormência de sementes de três essências florestais nativas. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 12, n. 1, p. 470-479, 2014.
- ARAÚJO, Ariana Veras de; DA SILVA, Monalisa Alves Diniz; FERRAZ, André Pereira Freire. "Superação de dormência de sementes de *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.)" ("Vista do Superação de dormência de sementes de *Libidibia ferrea* (Mart ...)") LP Queiroz var. *ferrea*. **Magistra**, v. 29, n. 3/4, p. 298-304, 2017.
- ALVES, Edna Ursulino et al. Escarificação ácida na superação da dormência de sementes de pau ferro (*Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. var. *leiostachya* Benth.). **Revista Caatinga**, v. 22, n. 1, p. 37-47, 2009.
- AVELINO, Jarina Idália et al. Métodos de quebra de dormência em sementes de jucá: *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. ("Citações do registro") ("Citações do registro") var. *ferrea*. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 1, p. 102-106, 2012.
- AZEREDO, Gilvaneide Alves de et al. Superação de dormência de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. **Revista Brasileira de sementes**, v. 32, n. 2, p. 49-58, 2010.
- BAO, Francielli et al. Superação de dormência e estabelecimento de plântulas normais e anormais para produção de mudas de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb. ("Citações do registro") **Iheringia, Série Botânica.**, v. 71, n. 3, p. 269-276, 2016.
- BASKIN, Carol C. et al. 2001. Seeds: ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination. Academic Press, London.
- BASKIN, Jerry M. et al. A classification system for seed dormancy. **Seed science research**, v. 14, n. 1, p. 1-16, 2004.
- BATISTA, Emanuelle Karine Frota et al. Avaliação da atividade cicatrizante de preparados à base de jucá (*Caesalpinia ferrea* Mart.). **Archives of Veterinary Science**, v. 22, n. 3, p. 30-39 2017.
- BEWLEY, J. Derek et al. Dormancy and the control of germination. **Seeds: physiology of development and germination**, p. 199-271, 1994.

BENEDITO, Clarisse Pereira et al. Superação da dormência de sementes de catanduva (*Piptadenia moniliformis* Benth.). **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 1, p. 90-93, 2008.

BEWLEY, J. Derek et al. **Seeds: Physiology of Development and Germination**. New York, Plenum Press. 1994. 455p.

BITTENCOURT, Mário Lúcio Carvalho et al. Efeito do condicionamento osmótico das sementes na germinação e no crescimento das plântulas de aspargo. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 26, n. 1, p. 50-56, 2004.

BRAGA, Luiz Felipe de et al. Germinação de sementes de *Enterolobium schomburgkii* (Benth.) Benth. submetidas a estresse salino e aplicação de poliamina. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 11, n. 1, p. 63-70, 2009.

BRAGANTE, Rafaela et al. Physiological and metabolic responses of immature and mature seeds of *Libidibia ferrea* ((Mart. ex Tul.) LP Queiroz) under contrasting storage temperatures. *Brazilian Journal of Botany*, São Paulo, v. 41, n. 1, p. 43-55, 2018.

BRANCALION, Pedro Henrique Santin; MONDO, Vitor Henrique Vaz; NOVENBRE, Ana Dionísia da Luz Coelho. Escarificação química para a superação da dormência de sementes de saguaraji-vermelho (*Colubrina glandulosa* Perk. -Rhamnaceae). **Revista Árvore**, v. 35, n.1, p. 119-124, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399p.

CAVALCANTE, Markilla Zunete Beckmann. et al. Ornamental potential of Caatinga Biome species. **Comunicata Scientiae**, v. 8, n. 1, p. 43-58, 2017.

CARVALHO, Marta Betânia Ferreira et al. Métodos de superação de dormência da *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke. **Brazilian journal of animal and environmental research**, v. 2, n. 1, p. 490-500, 2019.

CARVALHO, Paulo Ernani Ramalho. **Espécies arbóreas brasileiras**. Vol. 4. 2014.

CIPRIANI, Vânia Beatriz; GARLET, Juliana; DE LIMA, Bruna Martins. Quebra de dormência em sementes de *Chloroleucon acacioides* e *Senna macranthera*. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 1, p. 49-54, 2019.

COELHO, Maria DE FB et al. Superação da dormência tegumentar em sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart ex Tul. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 1, p. 74-79, 2010.

DIAS, Cremildo Riba Gouveia et al. Métodos alternativos para superação de dormência em sementes de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Witt. **Revista Thema**, v. 21, n. 1, p. 224-235, 2022.

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

FONSECA, Mariana Duarte Silva et al. Morfometria de sementes e plântulas e verificação da dormência da espécie *Plathymenia foliolosa* Benth. ***Comunicata Scientiae***, v. 4, n. 4, p. 368-376, 2013.

FOWLER, Antônio João Pereira et al. Dormência em sementes florestais. **Colombo: Embrapa Florestas**, 2000. 27p. (Embrapa Florestas). Documentos, 40.

GALDINO, Graciliano; MESQUITA, Mariana Rabello; FERRAZ, Isolde Dorothea Kossmann. Descrição morfológica da plântula e diásporos de *Caesalpinia ferrea* Mart. ***Revista Brasileira de Biociências***, v. 5, n. S1, p. 747-749, 2007.

HALLIDAY, David. et al. **Fundamentos de física**. Volume 1, Mecânica. 9. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

HALLIDAY, David. et al. **Fundamentos de física**. Volume 1: mecânica. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

HALLIDAY, David. et al. **Fundamentos de física**. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

HOLANDA, Jamile Rodrigues Cosme et al. Percepção e aceitação do uso da *Caesalpinia ferrea* como desinfetante. ***Research, Society and Development***, v. 10, n. 6, p. e45210616064-e45210616064, 2021.

JÚNIOR, Manuel de Jesus Lima. **Manual de procedimentos para análise de sementes florestais**, p. 84-85, 2010.

JUNIOR, Roberto Andreani et al. Superação da dormência de sementes de três essências florestais nativas. ***Revista da Universidade Vale do Rio Verde***, v. 12, n. 1, p. 470-479, 2014.

LAFETÁ, Bruno Oliveira et al. TRATAMENTOS TÉRMICOS PARA A SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA EM SEMENTES DE *Caesalpinia ferrea* MART. EX TUL. ***Revista de Ciências Ambientais***, v. 15, n. 1, p. 01-08, 2021.

LIMA, Bráulio Gomes. **Caatinga: espécies lenhosas e herbáceas**. EdUFERSA Editora Universitária, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2011.

LIRA, Ana. Gabrielle de Sousa. et al. Exploração e valoração de dez espécies florestais no Marajó, entre 2006-2016. ***Biodiversidade***, v. 19, n.1, p. 139-149, 2020.

LORENZI, Harri. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992.

MAIA, Geraldo Noronha. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. Ed. 2. Fortaleza: Gráfica e Editora, Ltda, p. 413, 2012.

MAGUIRE, John. D. **Speed of germination-aid in and evaluation for seedling emergence and vigour**. Crop Science, v.2, n.1, p. 176-177, 1962.

MALONE, Gaspar et al. Expressão diferencial de isoenzimas durante o processo de germinação de sementes de arroz em grandes profundidades de semeadura. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 1, p. 61-67, 2007.

MARCOS FILHO, Júlio. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2015.

MARQUES, Melissa Borges de Oliveira. **Quebra da dormência de sementes utilizando conceitos físicos**. 2015. 37f. Trabalho de conclusão de curso. UFERSA, Mossoró/RN.

MELO, Luciana Aleixo Santos et al. Cicatricial effect of Libidibia ferrea L. orabase formulation on traumatic ulcers oral in rats: Efeito cicatrizante de uma formulação orabase de Libidibia ferrea L. em úlceras traumáticas bucais de ratos. **Concilium**, v. 23, n. 3, p. 357-371, 2023.

MISSIO, Evandro Luiz et al. Escarificação mecânica em cilindro rotativo é viável para a superação da dormência de sementes de pau-ferro. **Enciclopédia biosfera**, v. 13, n. 24, p. 476-485, 2016.

MONTANHA, Diego Alvise et al. Superação da dormência e influência da profundidade de semeadura na germinação de sementes de Desmodium tortuosum. **Revista Agro@ mbiente On-line**, v. 12, n. 1, p. 34-40, 2018.

MORAES PEIXOTO, Rodolfo et al. Atividade antimicrobiana de extratos naturais frente às bactérias causadoras da mastite subclínica de pequenos ruminantes. **Revista Semiárido De Visu**, v. 10, n. 2, p. 123-134, 2022.

NASCIMENTO, Bruna Walleska Campos et al. ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DE EXTRATOS NATURAIS FRENTE AS BACTÉRIAS DE INTERESSE NA MASTITE SUBCLÍNICA DE CAPRINOS E OVINOS. **Jornada de Iniciação Científica e Extensão**, v. 15, n. 1, p. 74, 2020.

NASCIMENTO, Ednaldo Vieira do. et al. Superação de dormência em sementes da Cassia grandisL. f. (Fabaceae). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 16, n. 1, p. 89-96, 2021.

NIGRE, Luciana Catarina Galiani et al. Quebra de dormência de sementes de espécies arbóreas. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v.2, n. 3, p. 487-500, 2009.

NOGUEIRA, Narjara Walessa et al. 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.

OLIVEIRA, Valéria Nayara Silva de. "Condicionamento fisiológico em sementes de jucá (*Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) LP 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.

OLIVEIRA, Kássia Jemina Borges et al. 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.

RABBANI, Allivia Rouse Carregosa et al. Efeito do estresse salino sobre atributos da germinação de sementes de girassol. *Scientia Plena*, São Cristóvão, SE, v. 9, n. 5, maio 2013. Disponível em: <https://www.scientiaplenua.org.br/sp/article/view/555>. Acesso em: 23 ago. 2019.

SANTANA, Denise Garcia et al. Intensidade da dormência de sementes de *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp. (Fabaceae). **Interciencia**, v. 40, n. 10, p. 710-715, 2015.

SANTANA, José Augusto DA SILVA et al. Tecnologias de baixo custo para superação de dormência em sementes de *Caesalpinia ferrea* var. *ferrea* Mart. Ex. Tul., Pau Ferro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 1, p. 225-229, 2011.

SANTOS, Maurício Reginaldo Alves dos et al. Estudos sobre superação de dormência em sementes de *Smilax japecanga* Grisebach. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 2, p. 319-324, 2003.

SEARS, Francis Weston; YOUNG, Hugh D.; ZENANSKY, Mark W. Física II: **Termodinâmica e ondas**. São Paulo: Pearson.2003

SEARS, Francis Weston; YOUNG, Hugh D.; ZENANSKY, Mark W. Física 2: mecânica dos fluidos, calor e movimento ondulatório. **Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos Editora LTDA**, v. 2, p. 1993, 1984.

SERWAY, Raymond A et al. **Princípios de Física**. 5 ed. São Paulo: Cengage Learning. 2015.

SILVA, Núbia da et al. Conhecimento e uso da vegetação nativa da Caatinga em uma comunidade rural da Paraíba, Nordeste do Brasil. **Boletim do Museu Mello Leitão**, v. 34, n. 34, p. 5-37, 2014.

SILVA, Tainá Lyra da et al. Superação da dormência de sementes florestais da Hileia Baiana. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 11, p. e525111133888-e525111133888, 2022.

SYSTAT SOFTWARE, INC. **Table Curve 2D - Curve Fitting Made Fast and Easy**. San Jose, CA: Systat Software Inc, 2022.

TAIZ, L. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, p. 858, 2017.

URSULINO, Marina Matias et al. Superação de dormência e vigor em sementes de Fava-d'Anta (*Dimorphandra gardneriana* Tulasne). **Ciência Florestal**, v. 29, n. 1, p. 105-115, 2019.

VIVIAN, R. S. A. A. et al. Dormência em sementes de plantas daninhas como mecanismo de sobrevivência: breve revisão. **Planta daninha**, v. 26, n.3, p. 695-706, 2008.

YOUNG, Hugh. D et al. Física II: **Termodinâmica e ondas**. São Paulo: Addison Wesley.2012.

ZANI, Laércio Wanderley Santos Guilherme Bortolanza. Métodos para a superação da dormência de sementes de *Pterodon emarginatus* Vog. **Revista Panorâmica online**, v. 3, p. 118-128, 2019.

ZWIRTES, Anderson Luiz et al. Métodos de superação de dormência em sementes de flamboyant. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 33, n. 76, p. 463-467, 2013.