



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO
MESTRADO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO

JOELMA MEDEIROS DANTAS

**RESPOSTA GERMINATIVA DE SEMENTES DE *Libidibia ferrea* Martius
SUBMETIDAS A FATORES ABIÓTICOS**

MOSSORÓ

2015

JOELMA MEDEIROS DANTAS

**RESPOSTA GERMINATIVA DE SEMENTES *Libidibia ferrea* Martius SUBMETIDAS
A FATORES ABIÓTICOS**

Dissertação apresentada ao Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de “Mestre em Ecologia e Conservação”.

Linha de Pesquisa: Ecologia e Conservação de Ecossistemas Terrestres

Orientador: Celsemy Eleutério Maia, Prof. Dr.

MOSSORÓ

2015

©Todos os direitos estão reservados à 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 tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

Catálogo na Fonte

Catálogo de Publicação na Fonte. UFERSA - BIBLIOTECA CENTRAL ORLANDO TEIXEIRA -
CAMPUS MOSSORÓ

Dantas, Joelma Medeiros.

Resposta germinativa de sementes de *Libidibia ferrea* Martius submetidas a fatores abióticos / Joelma Medeiros Dantas. - Mossoró, 2015.

56f: il.

1. Germinação. 2. Sementes de jucá. 3. Condutividade elétrica. 4. Salinidade. 5. Caatinga - Nordeste brasileiro. I. Título

RN/UFERSA/BCOT/463

CDD 571.86 D192r

JOELMA MEDEIROS DANTAS

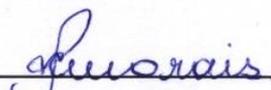
RESPOSTA GERMINATIVA DE SEMENTES DE *Libidibia ferrea* Martius SUBMETIDAS
A FATORES ABIÓTICOS

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Ecologia e Conservação da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), como parte dos requisitos para obtenção do título de “Mestre em Ecologia e Conservação.

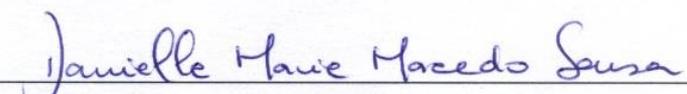
Aprovado em 27 de março de 2015



Prof. Dr. Celsemy Eleutério – UFERSA
Orientador



Profa. Dra. Elis Regina Costa de Moraes – UFERSA
Examinadora



Prof. Dra. Danielle Marie Macedo Sousa – PNP/UFERSA
Examinadora

Dedico

A Deus.

*A minha família, em especial minha mãe Maria
Goreti, meu esposo Robson Valério e minha
filha Sofia Rosa.*

AGRADECIMENTOS

A toda minha família, em especial a minha filha, Sofia Rosa Dantas Silva, ao meu companheiro, Robson Valério Teixeira da Silva e a minha mãe Maria Goreti Dantas, pela paciência, apoio e compreensão.

Ao meu orientador, o professor Dr. Celsemy Eleutério Maia, pelos ensinamentos necessários a conclusão deste trabalho.

A profa. Dra. Danielle Marie Macedo Sousa, pela ensinamentos e contribuição para realização deste trabalho.

A profa. Dra. Elis Regina Costa de Moraes, por aceitar fazer parte da banca examinadora deste trabalho, e por dedicar parte de seu tempo na melhoria do mesmo.

Aos meus colegas do curso de Pós Graduação em Ecologia e Conservação, em especial, Amanda Aparecida de castro Limão e Maria Valdete da Costa.

A todos que fazem parte do Laboratório de Biotecnologia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

E por fim, a todos que fazem o curso de Pós Graduação em Ecologia e Conservação.

“Na Natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma”.

Lavoisier

RESUMO

A *L. ferrea* é uma planta da família Leguminosae-Caesalpinoidae, vulgarmente conhecida como jucá ou pau-ferro é comumente encontrada na Caatinga do nordeste brasileiro. O trabalho objetivou estudar a resposta germinativa de sementes de *L. ferrea* em função de temperaturas e variação do potencial osmótico. A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Biotecnologia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN. O trabalho foi dividido em dois experimentos. No primeiro experimento foi realizado a curva de absorção das sementes em condutividades elétricas (CE) distintas, de 0dSm^{-1} (testemunha), 5dSm^{-1} , 10dSm^{-1} , 15dSm^{-1} e 20dSm^{-1} nas temperaturas constantes de 15, 22, 27, 32 e 40°C . No segundo experimento foi observado os efeitos do potencial osmótico (0, 5, 10, 15 e 20dSm^{-1}) e temperaturas constantes (15, 22, 27, 32, e 40), na germinação das sementes. Conclui-se com este trabalho que a CE influenciou na absorção de água pelas sementes de jucá. Em temperaturas mais elevadas a absorção é mais rápida, mas com o aumento da CE a absorção diminui. A melhor porcentagem de germinação foi encontrada na temperatura de 27°C . A CE influenciou na germinação, IVG e no comprimento das plântulas de jucá a medida que aumentou a concentração de sais.

Palavras-chave: Germinação. Condutividade Elétrica. Temperatura. Jucá. Salinidade.

ABSTRACT

The *L. ferrea* is a plant in the Fabaceae family-Caesalpinoidae, commonly known jucá or ironwood is commonly found in the Caatinga of northeastern Brazil. The study investigated the germination response *L. ferrea* seeds in function of temperature and variation of osmotic potential. The research was conducted in the Biotechnology Laboratory at the Universidade Federal do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN. The work was divided into two experiments. In the first experiment was the curve of absorption of the seeds in different EC (Electrical Conductivity) 0 dSm⁻¹ (control), 5dSm⁻¹, 10 dSm⁻¹, 15 dSm⁻¹, 20 dSm⁻¹ at constant temperatures of 15, 22, 27, 32 and 40°C. In the second experiment we observed the effects of osmotic potential (0, 5, 10, 15 and 20 dSm⁻¹) and constant temperatures (15, 22, 27, 32, and 40°C), seed germination. The conclusion of this study that the EC influence the absorption of water by jucá seeds. At higher temperatures the absorption is faster, but with increased absorption EC decreases. The best germination was found at 27°C. The EC influenced seed germination, IVG and length of jucá seedlings as they increased the concentration of salts.

Keywords: Germination. Electrical conductivity. Temperature. Jucá. Salinity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Curva de embebição de sementes de <i>Libidibia ferrea</i> submetidas a diferentes temperaturas e condutividades elétricas (A - 0 dSm ⁻¹ ; B - 5 dSm ⁻¹ ; C - 10 dSm ⁻¹ ; D - 15 dSm ⁻¹ ; E - 20 dSm ⁻¹).....	24
Figura 2 - Superfície de resposta da germinação em Função da temperatura e CE.	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Germinação de sementes de L. ferrea sob diferentes temperaturas.	27
Tabela 2 - Efeito da condutividade elétrica na germinação de sementes de L. ferrea.....	28
Tabela 3 - Germinação, Índice de Velocidade de Germinação (IVG) e Comprimento de Plântulas (CP) de L. ferrea em função das temperaturas e condutividades elétricas (CE).....	29
Tabela 4 - Índice de Velocidade de Germinação de sementes de L. ferrea sob diferentes temperaturas.....	33
Tabela 5 - Efeito da Condutividade Elétrica sob o Índice de Velocidade de Germinação de sementes de L. ferrea.	33
Tabela 6 - Comprimento de plântulas de L. ferrea sob diferentes temperaturas.	35
Tabela 7 - Efeito da condutividade elétrica sob o comprimento de plântulas de L. ferrea.	35

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	13
2.OBJETIVOS	14
2.1 Objetivo geral:	14
2.2 Objetivos específicos:.....	15
3.REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1 Semiárido e a Caatinga	15
3.2 <i>Libidibia ferrea</i> Martius.	16
3.3 Germinação.....	17
3.4 Curva de absorção de água	18
3.5 Temperatura.....	19
3.6 Potencial osmótico (salinidade).....	20
3.MATERIAL E MÉTODOS	22
4.RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4.1 Curva de embebição: Temperatura x Condutividade Elétrica.....	24
4.2 Germinação: Temperatura x Condutividade Elétrica.....	26
5.CONCLUSÃO	37
REFERÊNCIAS	38
APÊNDICE	41

1.INTRODUÇÃO

O Nordeste abrange 18,27% do território brasileiro, possuindo uma área de 1.561.177,8 km², destes 962.857,3 km² estão inseridos no denominado Polígono das Secas, que abrange oito estados nordestinos e parte de Minas Gerais. O Semiárido ocupa 844.453 km² deste território, e caracteriza-se por apresentar reservas insuficientes de água em seus mananciais (IBGE, 2014). Ao clima estão adaptados a vegetação e os processos de formação do relevo, com predomínio de um processo sobre outro e de acordo com a época do ano, período seco ou chuvoso; os solos são, em geral, pouco desenvolvidos em função das condições de irregularidade das chuvas, tornando os processos químicos mitigados (ARAÚJO, 2011).

O bioma Caatinga é único e apresenta grande variedade de paisagens, riqueza biológica e endemismo (ANDRADE, 2006). É o segundo bioma do Brasil em extensão, que se estende desde o litoral maranhense até o Centro-Oeste, possuindo o típico clima semi-árido do sertão nordestino (IBGE, 2014). Na vegetação predomina o estrato arbóreo ou arbustivo-arbóreo, a vegetação da Caatinga pode ser conceituada como um tipo de floresta de porte baixo, com dossel geralmente descontínuo, folhagem decídua e semidecídua na estação seca e árvores com ramificação profusa, comumente armadas com espinhos ou acúleos. Microfilia e características xeromorfas são, também, frequentes (QUEIROZ, 2009).

Devido às condições atípicas do semiárido, muitas espécies apresentam germinação atrasada e desuniforme. A germinação botanicamente pode ser conceituada como a emergência e o desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, demonstrando sua aptidão para produzir uma plântula normal sob condições favoráveis de campo (FERRAZ; CALVI, 2010). Na prática florestal é desejável que sementes de uma espécie tenham germinação rápida e homogênea para que se obtenha homogeneidade em tamanho e tempo na formação das mudas. Apesar das condições ótimas de umidade, luz, temperatura e oxigênio, algumas espécies apresentam germinação retardada e desuniforme de suas sementes devido ao processo de dormência (TORRES; SANTOS, 1994).

Segundo Sena e Gariglio (2008), a dormência das sementes é um processo que distribui a germinação no tempo para garantir que algumas encontrem ambientes favoráveis para desenvolver plantas adultas, tornando-se, assim, um mecanismo natural de sobrevivência de algumas espécies. É uma característica de relativa importância em lotes de sementes de espécies cultivadas, sendo, todavia, um dos problemas mais sérios na conservação de germoplasma de espécies silvestres, já que essas produzem frequentemente sementes dormentes. A

impermeabilidade do tegumento à água é um tipo de dormência bastante comum em sementes da família Leguminosae (SMIDERLE; LUZ, 2010).

Além da dormência, outros fatores podem influenciar no potencial germinativo das sementes, tais como os fatores abióticos: temperatura, luz e salinidade. Sendo a temperatura um fator essencial no processo germinativo, pois afeta a porcentagem, velocidade e uniformidade de germinação e está relacionada com os processos bioquímicos.

A temperatura é um fator ao qual uma semente está permanentemente exposta, constituindo-se assim um forte indicador do ambiente e de sua variação a longo e curto prazo. A resposta à temperatura tem sido caracterizada pelas chamadas temperaturas cardiais, que são as temperaturas mínima (T_b), máxima (T_c) e ótima (T_o) para ocorrência do processo. Onde T_b e T_c representam os limites térmicos extremos a partir dos quais a germinação deixa de ocorrer (CARDOSO, 2011).

Com relação à salinidade, os processos de crescimento são particularmente sensíveis ao efeito dos sais, de forma que a taxa de crescimento e a produção da biomassa são bons critérios para a avaliação do grau de estresse e da capacidade da planta de superar o estresse salino. Plantas que crescem em ambientes salinos não podem escapar totalmente dos seus efeitos, desta forma devem desenvolver pelo menos algum grau de resistência (LARCHER, 2000).

Devido à ênfase atual nos problemas ambientais, nos últimos anos tem se intensificado o interesse na propagação de espécies florestais nativas ressaltando-se a necessidade de recuperação de áreas degradadas e recomposição da paisagem (LIMA et al., 2006). Entretanto, os estudos em relação à tecnologia de sementes de espécies florestais ainda são escassos, fazendo-se necessárias pesquisas com enfoque nas condições ideais de germinação, métodos de superação de dormência, quando necessários, temperatura de germinação, potencial osmótico (salinidade), e curva de absorção de água.

2.OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral:

- Estudar a resposta germinativa das sementes de *L. ferrea* em função de diferentes temperaturas e variações do potencial osmótico.

2.2 Objetivos específicos:

- Avaliar o efeito de diferentes temperaturas e diferentes potenciais osmóticos na curva de absorção de água pelas sementes de *L.ferrea*;
- Demonstrar a ação da temperatura na germinação e desenvolvimento de plântulas;
- Determinar a temperatura ótima para germinação de *L. ferrea*;
- Avaliar a resposta germinativa de *L.ferrea* ao tratamento simultâneo com diferentes temperaturas e potenciais osmóticos.

3.REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Semiárido e a Caatinga

O Bioma Caatinga é predominante no nordeste brasileiro, estendendo-se pelos estados do Ceará, Bahia, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Alagoas, Sergipe, Maranhão e chegando a alcançar uma parte do estado de Minas Gerais, apresentando uma área aproximadamente de 844.453 Km², ocupando cerca de 9,92% de todo o território Nacional (IBGE, 2010). Os ambientes semiáridos são caracterizados, predominantemente, pela alta variabilidade das chuvas, onde os eventos são constituídos normalmente por “pulsos” de precipitações. Esses pulsos são formas especiais de se avaliar a dinâmica desse ecossistema. Pela teoria geral da coexistência, no ambiente semiárido, a variabilidade das chuvas estimula mecanismos específicos que contribuem para a manutenção da diversidade das espécies (ANDRADE, 2006).

A área da Caatinga apresenta um clima semiárido, com temperaturas médias anuais estão dentre as mais elevadas do Brasil, variando entre 26 e 28°C, embora as médias das temperaturas máximas raramente ultrapassem 40°C (NIMER, 1972). O clima da região semiárida apresenta características específicas como precipitações escassas e irregulares, entre 280 a 800 mm e um déficit hídrico (ARAÚJO, 2011).

A vegetação incluída no semi-árido, longe de ser homogênea, apresenta uma grande variação fisionômica e florística. A forma de vida predominante são árvores e arbustos, que podem ser conceituadas como um tipo de floresta de porte baixo, com dossel geralmente descontínuo. Quanto as características morfológicas das plantas, apresentam redução da superfície foliar. Esta se dá pela ausência de folhas ou sua transformação em espinhos, como

em cactáceas e eufórbias cactiformes, como pela presença de folhas compostas com folíolos reduzidos. Esta situação ocorre em muitas espécies de Leguminosae, Anacardiaceae, Burseraceae e Rutaceae. É importante ressaltar que algumas espécies lenhosas possuem uma entrecasca clorofilada e, com isso, apresentam o potencial de manter um certo nível de atividade fotossintética mesmo quando desprovidas de folhas na estação seca (QUEIROZ, 2009).

Contudo, devido as condições atípicas do Bioma, as plantas apresentam características morfológicas que possibilitam sua sobrevivência à época seca. As características consideradas adaptativas são: a redução da relação entre superfície e volume, cutícula, presença de ceras, estômatos protegidos, dormência das sementes, dentre outros (BARROS; SOARES, 2013).

3.2 *Libidibia ferrea* Martius.

A *L. ferrea* é uma planta da família Leguminosae-Caesalpinoidae, vulgarmente conhecida como jucá ou pau-ferro é comumente encontrada na Caatinga do nordeste brasileiro. É de grande valor econômico, por apresentar diversas aplicações: suas folhas servem de forragem para animais, a madeira por ser muito dura é utilizada na construção civil, para fazer vigas, estaca e também para lenha (CREPALDI et al., 2008). Na medicina apresenta diversas utilidades, suas sementes, raízes e frutos, são usadas em várias aplicações farmacológicas. O extrato metanólico das frutas dessa espécie são eficazes contra patógenos orais *Streptococcus* sp. *albicans* e *Candida* (LOPES et al., 2013). É uma planta ornamental e também utilizada para reflorestamento de áreas degradadas.

De acordo com Lorenzi (2008) o jucá é uma planta arbórea, de ampla dispersão e baixa densidade populacional, formando copa arredondada, fechada e densa. Possui porte que varia de 10 a 15 m e tronco curto de 40 a 60 cm de diâmetro, com bifurcações quando isolada. Casca externamente acinzentada, lisa e fina, com manchas brancas irregulares, que se contrasta com partes mais escuras, as quais se renovam anualmente, proporcionando belo efeito decorativo. Suas folhas são compostas, bipinadas, apresenta flores amarelas e brilhantes, pequenas, reunidas em panícula terminal de até 20 cm de comprimento. Seu fruto é um legume, indeiscente, chato, que ao amadurecer torna-se negro e chocalhante, porque as sementes se soltam da vagem mais permanecem dentro do lóculo. Cada fruto contém 2 a 10 sementes elipsóides, amarelas ou marrons de consistência bastante dura. Floresce a partir do final de novembro, prolongando-se até janeiro, e os frutos amadurecem em julho-agosto.

As sementes de *L. ferrea* são ortodoxas, tendo a capacidade de ser armazenadas por um longo período de tempo, a baixas temperaturas sem prejudicar à sua viabilidade (capacidade

de germinação), que de acordo com Sena e Gariglio (2008) é superior a 8 meses, sendo essa característica de armazenamento é frequente em sementes florestais. Apresentam dormência tegumentar, que é característico da maioria das Leguminosae. Essa dormência é caracterizada por apresentar impermeabilidade do tegumento, que pode ser causado por interferência na absorção de água, impedimento mecânico e interferência nas trocas gasosas. Podendo ser superada eficientemente pelos tratamentos de escarificação manual com lixa nº 80, escarificação química com imersão das sementes em ácido sulfúrico e embebição em água (FOWLER; BIANCHETTI, 2000), entretanto, esses autores afirmam que o impedimento estabelecido pela dormência se constitui numa estratégia benéfica, pela distribuição da germinação ao longo do tempo, aumentando a probabilidade de sobrevivência da espécie.

3.3 Germinação

A germinação é um processo biológico que consome energia, esta que é proveniente da degradação de substâncias de reserva da própria semente, utilizando-se o oxigênio para degradar esses produtos. Em outras palavras, a germinação faz uso da energia proveniente da respiração, e como uma semente, por mais baixo que seja seu teor de água, nunca deixa de respirar, poder-se dizer então, que o processo maturação/germinação é ininterrupto; o que ocorre entre essas duas etapas aparentemente distintas é apenas uma redução da intensidade do fenômeno a tal ponto que parece nada estar ocorrendo (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

De acordo com Ferraz e Calvi (2010), a germinação é a emergência e desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, demonstrando sua aptidão para produzir uma plântula normal sob condições favoráveis de campo. Para que ocorra a germinação, as sementes necessitam de condições ambientais adequadas, como a disponibilidade de água, oxigênio, temperatura ideal, e para algumas espécies, a luz (FOWLER; BIANCHETTI, 2000). Porém, a espécie *L. ferrea* mesmo em condições adequadas podem não germinar devido à impermeabilidade do tegumento a água.

Tais sementes, denominadas dormentes, apresentam alguma restrição interna ou sistêmica à germinação, restrição esta que deve ser superada a fim de que o processo germinativo ocorra. Para superar a dormência, tratamentos pré-germinativos vêm sendo empregados em sementes de várias espécies, acelerando e uniformizando o processo germinativo (SELEGUINI et al., 2012).

Para que ocorra a germinação, as sementes precisam romper o tegumento, ao entrar em contato com a água, a semente absorve-a e ocorre um aumento de volume, o tegumento

hidratado amolece e se rompe, os tecidos de crescimento se desenvolvem com o fornecimento de alimento pelos cotilédones, a radícula emerge e se fixa, as folhas começam a se formar aumentando o potencial fotossintético da plântula, inicia-se a absorção de nutrientes do ambiente, os cotilédones sofrem abscisão e a planta passa a se alimentar sozinha (FLORIANO, 2004).

3.4 Curva de absorção de água

A germinação das sementes inicia-se com a embebição de água e desencadeia uma sequência de mudanças metabólicas que culminam com a emergência da raiz primária. Em função do teor de água é que a semente atinge três etapas do processo germinativo. A etapa I é muito rápida e em poucas horas a semente a completa, atingindo um teor entre 35% e 40%. Esta se caracteriza fisiologicamente por um aumento na intensidade respiratória e pelo início da degradação das substâncias de reservas. Na fase II, ocorre transporte ativo das substâncias desdobradas na fase anterior, do tecido de reserva para o tecido meristemático. A semente praticamente para de absorver água, sua duração é muito longa e a intensidade respiratória cresce de maneira muito lenta. Subitamente, a partir de um teor de água de 50 a 60%, a semente volta a absorver água e a respirar intensamente. Deste ponto em diante tem início o crescimento visível do eixo embrionário, iniciando-se assim a fase III (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Para Bewley e Black (1994) a embebição de água pelas sementes, sob condições ótimas, ocorre de acordo com um padrão trifásico, onde a fase I, ou embebição, é uma conseqüência das forças matriciais; a fase II é uma fase estacionária e é função do balanço entre o potencial osmótico e o potencial de pressão e, no início da fase III, ocorre a emissão da raiz primária.

A embebição é um tipo de difusão que ocorre quando as sementes absorvem água. A difusão é o movimento, ao acaso, de partículas de determinada substância, distribuindo-se uniformemente num espaço disponível. Diferentes partes da semente absorvem água a velocidades diversas. Sua velocidade de absorção de água varia com a espécie, permeabilidade do tegumento, disponibilidade de água, temperatura, pressão hidrostática, área de contato, forças intermoleculares, composição química e condição fisiológica (POPINIGIS, 1977). Fatores como água e temperatura também afetam a absorção de água pelas sementes (ALBUQUERQUE et al., 2000).

Smiderle et al. (2013), estudando curva de absorção em sementes de *Jatropha curcas* L. de dois tamanhos em 17 períodos de embebição (0; 0,5; 1; 2; 3; 4; 6; 8; 10; 16; 24; 32; 48; 72; 96; 120 e 144 horas), constatou que a velocidade de absorção de água pelas sementes verificada não foi influenciada pelo tamanho, assim como o desenvolvimento fisiológico na fase III. Isto indicou não haver diferença de permeabilidade do tegumento das sementes grandes em relação às pequenas. E as curvas de embebição, foram caracterizadas no período de 144 horas, independentemente do tamanho das sementes, mostram as mudanças das três fases fisiológicas, caracterizando com clareza o padrão trifásico de absorção de água pelas sementes.

Lima et al. (2006), estudando a espécie *L. ferrea*, em dois grupos de sementes (escarificadas e não escarificadas), realizou a curva de absorção, pesando as sementes em 17 períodos distintos (0; 0,5; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 24; 48; e 72 horas de embebição). O autor observou que a baixa germinação das sementes sem escarificação foi devida ao baixo ganho de água durante a embebição, demonstrando que as sementes apresentaram dormência tegumentar. Nesse caso, a ruptura do tegumento faz-se necessária para que haja a absorção de água pela semente até um nível adequado de hidratação. Nas sementes escarificadas, a porcentagem de ganho de água foi alta durante as primeiras 24 horas do início da embebição, proporcionando aumento de massa de cerca de 70%, proporcionando uma alta taxa de germinação. Contudo, o tempo de absorção de água e as fases da embebição podem variar de acordo com as espécies.

Por fim, Albuquerque et al. (2000) ressalta a importância do estudo detalhado da curva de embebição, da duração de cada fase, dos fatores que afetam a absorção de água e do nível crítico de potencial osmótico que as sementes suportam, deve ser realizado antes de se iniciarem os experimentos envolvendo tratamentos de sementes.

3.5 Temperatura

A germinação das sementes é um processo complexo, compreendendo diversas fases, as quais são individualmente afetadas pela temperatura. Carvalho e Nakagawa (2000) afirmam que a germinação ocorre dentro de determinados limites, nos quais, existe uma temperatura na qual o processo ocorre com maior eficiência. Para Popinigis (1977), a temperatura não apresenta um valor específico, mas três pontos críticos podem ser identificados: temperatura mínima (T_b), temperatura ótima (T_o) e temperatura máxima (T_c), sendo estas chamadas de temperaturas cardinais de germinação.

De acordo com Ferraz e Calvi (2010), as temperaturas cardeais limitam a faixa de temperatura onde a germinação ocorre, e definem as condições ótimas do processo, onde quanto maior a temperatura, maior o poder germinativo até que a espécie atinja o seu limite. Para a maioria das espécies florestais a faixa de temperatura ótima se encontra entre 20-30°C (MENEZES et al. 2004). Corroborando com essa afirmação Lima et al. (2006) trabalhando com *L. ferrea* sob diferentes temperaturas verificaram que a temperatura de 30°C promoveu maior porcentagens de germinação. Benedito (2012) estudando *Mimosa tenuiflora* (jurema preta) e *Piptadenia stipulacea* (jurema branca) observou que 25 e 30°C seriam as temperaturas de germinação, respectivamente.

Na maioria das espécies, a velocidade de germinação aumenta com a temperatura no intervalo entre T_b e T_o (faixa infra-ótima) e diminui entre T_o e T_c (faixa supra-ótima) (CARDOSO, 2011). A temperatura ótima está sempre mais próxima a temperatura máxima do que a mínima. Entretanto, os efeitos da temperatura sobre a germinação podem ser também profundamente influenciados pelas suas condições fisiológicas (POPINIGIS, 1977).

Considerando-se que a germinação representa uma etapa fundamental e crítica para a sobrevivência da maioria das fanerógamas, o homem busca entender esse processo para melhor controlá-lo. Essa capacidade de previsão de um determinado fenômeno biológico passa pela elaboração de modelos que possibilitem uma quantificação da resposta do sistema vivo a flutuações do meio. O principal problema nesse tipo de estudo decorre exatamente da contínua flutuação de fatores como a temperatura e água no ambiente natural, expondo assim a semente a um amplo espectro de condições do microambiente (CARDOSO, 2011).

3.6 Potencial osmótico (salinidade)

A salinidade é um problema global, ocorrendo principalmente em regiões áridas e semiáridas, trazendo sérios prejuízos à agricultura dessas regiões. A salinização dos solos pode resultar do uso incorreto de técnicas agrícolas, como adubação excessiva e irrigação com água imprópria para tal finalidade, transformando terras férteis e produtivas em áridas (FREIRE; RODRIGUES, 2009).

Seja devido aos efeitos osmóticos ou tóxicos dos íons, a salinidade causa redução no crescimento e desenvolvimento das plantas, especialmente nas glicófitas, por promover distúrbios fisiológicos (FREIRE; RODRIGUES, 2009). Os processos de crescimento e germinação das plantas são particularmente sensíveis ao efeito dos sais no ambiente. Os efeitos adversos, osmótico e íon específicos da absorção de sais, se excederem o nível de tolerância da

planta, ocorrem distúrbios funcionais e injúrias. A germinação tem maior sucesso em ambientes livres de sal ou com baixa concentração salina, poucas halófitas germinam em concentrações de 30-40 dS/m. Geralmente o limite superior para a germinação e para o crescimento em seguida à germinação é de 15-20 dS/m (LARCHER, 2000).

De acordo com Melloni et al. (2012) o estresse osmótico ocasionado pela salinidade reduz o potencial osmótico do substrato de germinação e conduz ao declínio do processo germinativo pela menor embebição das sementes. Nogueira et al. (2012) estudando os efeitos da salinidade em *Delonix regia* (flamboyant) observou os efeitos do estresse salino no percentual de emergência de plântulas, índice de velocidade de germinação e na altura das plântulas, onde se verificou diminuição de forma proporcional ao incremento dos níveis de salinidade da água. Resultados semelhantes foram observados por Freitas et al. (2010) estudando sementes de *L. ferrea* submetidas a potenciais salinos diferentes. E Chaves et al. (2013) trabalhando com *Delonix regia*.

Contudo, Cardoso (2011) afirma, para que ocorra a germinação é necessário que a semente absorva água, por sua vez, essa absorção depende da existência de um gradiente entre os valores dos potenciais de água (Ψ) do meio e da semente, sendo que a intensidade e a velocidade do processo irão depender do tamanho desse degrau. Em outras palavras, quanto mais negativo o potencial osmótico (Ψ) da semente em relação ao potencial (Ψ) do meio, maior a embebição.

3.MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Biotecnologia, do Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), localizada no município de Mossoró/RN.

Para os experimentos foram utilizadas sementes de *L. ferrea* coletadas no município de Mossoró/RN, beneficiadas e armazenadas em sacos plásticos semi-impermeáveis, a temperatura de $\pm 9^{\circ}\text{C}$ até a realização do experimento.

A pesquisa foi dividida em dois experimentos:

- **Curva de Absorção: Temperatura X Condutividade Elétrica**

Para o controle do potencial osmótico do meio foram utilizadas soluções preparadas a partir da água do mar ($\text{C.E} = 54 \text{ dSm}^{-1}$) diluída com água destilada. As diferentes concentrações foram expressas através da diluição da água do mar com diferentes condutividades elétricas: T0 - controle (água destilada), T1 - 5dSm^{-1} , T2 - 10dSm^{-1} , T3 - 15dSm^{-1} e T4 - 20dSm^{-1} . As sementes pré-selecionadas foram colocadas em copos descartáveis, em seguida pesadas, logo após colocadas em soluções diluídas preparadas previamente e acondicionadas em germinador do tipo B.O.D. (*Biological Oxygen Demand*) em temperaturas constantes de 15, 22, 27, 32 e 40°C . As cinco soluções foram testadas para cada temperatura citada anteriormente. As pesagens foram realizadas nos tempos 0; 1; 5; 7; 24; 29; 48; 72; 96 e 120 horas de embebição. Antes de cada pesagem, estas foram secadas em papel-absorvente, pesadas em balança de precisão e, posteriormente, recolocadas na solução com diferentes condutividades. O teor de água absorvida em cada tempo foi calculado pela equação 1, com P_i e P_f sendo os pesos no início do experimento e final no tempo de leitura, respectivamente, o peso inicial das sementes e P_f o peso final das sementes em cada tempo.

$$\% \text{ de água absorvida} = \left(\frac{P_f - P_i}{P_i} \right) \times 100 \text{ (equação 1)}$$

Não foi realizado nenhum tratamento de quebra de dormência nas sementes, visto que um dos focos do trabalho é observar como as sementes reagem a fatores abióticos em seu ambiente natural.

- **Germinação: Temperatura X Condutividade Elétrica.**

Após o experimento anterior, as sementes foram colocadas para germinar no substrato papel germitest, umedecido com as soluções em diferentes condutividades elétricas (T0 - controle (água destilada), T1 - 5dSm^{-1} , T2 - 10dSm^{-1} , T3 - 15dSm^{-1} e T4 - 20dSm^{-1}) na quantidade correspondente a 2,5 vezes o peso do papel e cobertas com saco plástico transparente, acondicionadas em germinador do tipo B.O.D. (*Biological Oxygen Demand*) em temperaturas constantes de 15, 22, 27, 32 e 40°C. Após o início da germinação, as contagens de plântulas normais foram realizadas diariamente, considerando normais as que apresentaram características condizentes com as prescritas pelas Regras para Análise de Sementes (R.A.S) (BRASIL, 2009).

O experimento foi mantido úmido e monitorado diariamente, sendo realizada a contagem do número de sementes germinadas, ou seja, que exibam protrusão da raiz primária, diariamente (BEWLEY, 1997), até que ocorra a estabilização da germinação.

Para a germinação os parâmetros avaliados foram:

- Índice de velocidade de germinação (IVG): realizado juntamente com o teste de germinação, sendo as avaliações das sementes germinadas realizadas diariamente, cujo cálculo, foi determinado segundo a metodologia proposta por Maguire (1962).
- Comprimento de Plântulas: realizados ao final do teste de germinação, onde as plântulas normais foram mensuradas da raiz até a inserção das primeiras folhas com o auxílio de uma régua graduada em centímetros, sendo os resultados expressos em centímetros por plântula.

Para a análise estatística, os tratamentos foram distribuídos no delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 5x5, (cinco temperaturas x cinco condutividades elétricas) contendo três repetições de 20 sementes cada. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias de tratamentos comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

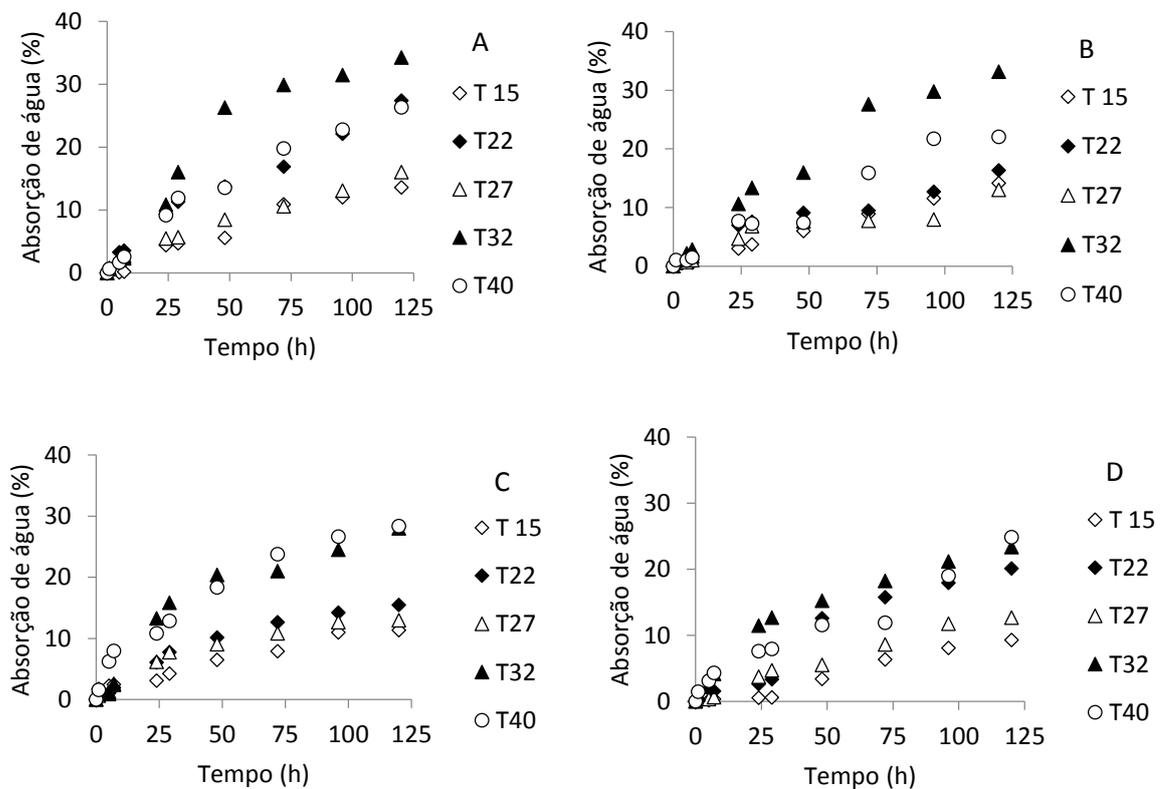
4.RESULTADOS E DISCUSSÃO

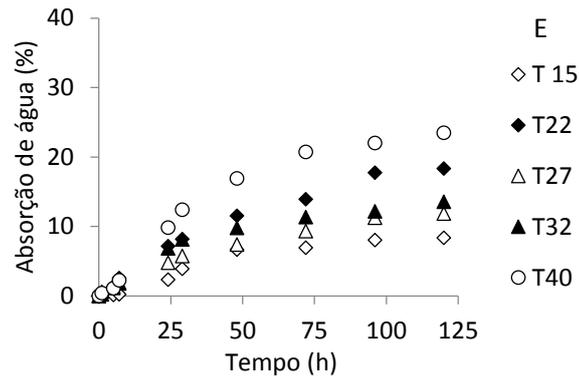
4.1 Curva de embebição: Temperatura x Condutividade Elétrica

Na Figura 1 são apresentadas as curvas de embebição das sementes intactas de *L. ferrea* quando submetidas ao tratamento com diferentes temperaturas e condutividades elétricas, em um período de 120 horas.

Analisando-se a Figura 1 pode-se constatar que a absorção de água pelas sementes seguiu um padrão trifásico (BEWLEY e BLACK, 1994), onde a temperatura e a condutividade elétrica influenciaram na velocidade de absorção e na quantidade final de água absorvida pelas sementes.

Figura 1 - Curva de embebição de sementes de *L. ferrea* submetidas a diferentes temperaturas e condutividades elétricas (A - 0 dSm⁻¹; B - 5 dSm⁻¹; C - 10 dSm⁻¹; D - 15 dSm⁻¹; E - 20 dSm⁻¹).





Foi possível observar também que, com o aumento da temperatura, o processo de absorção de água foi acelerado, obtendo-se maior quantidade de água nos tratamentos com temperaturas elevadas. De acordo com Vertucci e Leopold (1983), essa configuração deve-se ao fato das sementes antes da embebição terem potencial hídrico muito negativo e, quando em contato com a água, a primeira fase é de rápida absorção, pela diferença de potencial existente entre a semente e o meio. Em diversos trabalhos, tem se procurado avaliar a embebição das sementes pela determinação da pressão osmótica em solução salina, capaz de fazer cessar a absorção de água pela semente (LABORIAU, 1983).

Observa-se que a inclinação da curva diminui com o ganho de água, onde justamente tem início a fase II. Em termos de regulação da germinação, a fase II é a de maior interesse, uma vez que a duração desta fase pode ser estendida, por baixas ou altas temperaturas, dormência, déficit hídrico ou pela presença do ácido abscísico, enquanto que fatores que promovem a germinação, encurtam esta fase (BRADFORD, 1990).

A variável condutividade elétrica também pode ser compreendida como osmocondicionamento, que consiste num pré-tratamento no qual as sementes são imersas em soluções osmóticas sob tempo e temperaturas determinados (ANWAR et al., 1978). O potencial osmótico da solução regula a quantidade de água a ser absorvida; no qual é permitido o desenvolvimento das fases iniciais da germinação (fases I e II), mas sem atingir o estado de emergência da radícula (fase III) no padrão trifásico proposto por Bewley e Black, citados por Bradford (1986).

De modo geral, as temperaturas de 32°C e 40°C aceleraram a absorção e ganho de peso de água das sementes sob todos os potenciais osmóticos. Nos tratamentos com condutividade elétrica zero e 5 dSm⁻¹ a absorção foi de aproximadamente 30%. Enquanto que, para a temperatura de 15°C, foi observada uma redução na absorção e peso final, de

aproximadamente 10%. Dessa forma, a medida em que se aumenta a condutividade elétrica, ocorre uma redução na absorção da água em todas as temperaturas (Figuras 1 A e B).

A baixa absorção de água das sementes se deve ao potencial do meio está mais elevado que o potencial da semente, dificultando assim, a entrada de água. Outro fator que também influenciou na baixa embebição durante todo o experimento, independentemente da condutividade elétrica do meio, foi o impedimento físico ocasionado pelo tegumento, tendo em vista que, não foi realizado nenhum tratamento pré-germinativo. Flores et al. (2014) trabalhando com sementes de *Melanoxylon brauna*, constataram o máximo de embebição em temperaturas elevadas, e a germinação decrescente, devido aos potenciais efeitos deletérios da temperatura sobre o metabolismo das células.

Na Figura 1 C e D, é possível observar que, nas condutividades elétricas de 10 e 15 dSm^{-1} , houve uma redução da absorção de água, sob todas as temperaturas estudadas, tendo na temperatura de 40°C, os maiores valores (28,3 e 24,8%). Na Figura 1 E, com a condutividade de 20 dSm^{-1} , a taxa de absorção de água foi reduzida em todas as temperaturas, alcançando o máximo de absorção de 23,5%.

A obtenção da curva de absorção de água pelas sementes reveste-se de grande importância, pois a germinação das sementes inicia-se com a embebição de água e desencadeia uma sequência de mudanças metabólicas que culminam com a emergência de raiz primária (LABOURIAU, 1983; BRADFORD, 1995; CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). A reidratação da semente é a primeira etapa do processo germinativo, evento que acarreta um aumento da atividade respiratória a um nível capaz de sustentar o crescimento do embrião, com fornecimento suficiente de energia e de substâncias orgânicas (OLIVEIRA, 2009).

De um modo geral, observou-se que a protrusão do pecíolo cotiledonar ocorreu por volta de 120 horas após a exposição das sementes à água, ou seja, em torno de cinco dias. A embebição da semente madura, ocasiona a reativação do sistema metabólico existente, suplementado pela síntese de novos compostos, que levam novamente à expansão e à divisão celular (LABOURIAU, 1983), culminando com o reinício do crescimento intra-seminal do embrião e a protrusão da raiz primária (VILLELA e MARCOS FILHO, 1998).

4.2 Germinação: Temperatura x Condutividade Elétrica

Na Tabela 1 são apresentados os resultados da germinação média em função das diferentes temperaturas estudadas, podendo-se inferir que a temperatura influenciou o processo germinativo das sementes de *L. ferrea*. Pode-se destacar que a maior germinação foi observada a temperatura de 27°C (37,3%), seguida de 32 e 22°C (32,0 e 28,3%) que estatisticamente, não

apresentaram diferenças significativas entre ambas. Apesar de não ter sido realizado nenhum tratamento para quebra da dormência, a germinação foi relativamente alta. De acordo com os autores Borges e Rena (1993) e Menezes et al. (2004), a faixa de temperatura ótima de germinação para a maioria das espécies florestais se encontra entre 20-30°C. Concordando com os trabalhos de Lima et al. (2006), que trabalhando com *L. ferrea* constatou que a melhor temperatura para germinação foi de 30°C.

Tabela 1 - Germinação de sementes de *L. ferrea* sob diferentes temperaturas.

Temperaturas	Germinação (%)
15°C	15,3 c
22°C	28,3 b
27°C	37,3 a
32°C	32,0 b
40°C	10,0 d
CV (%)	19,5
Média	24,6

Para as temperaturas de 15 e 40°C foi possível observar uma baixa porcentagem de germinação, demonstrando que as sementes de *L. ferrea* quando submetidas a temperaturas baixas ou elevadas, ocorre uma significativa queda no processo germinativo. Apesar de que, a 15°C as sementes levaram 1 mês e treze dias para alcançarem essa porcentagem de germinação, demonstrando que o processo foi lento em relação as outras temperaturas. É importante ressaltar que, a 40°C houve uma alta incidência de fungos, fator esse que também pode ter influenciado nos baixos valores da germinação. Com relação ao baixo percentual germinativo de sementes de *L. ferrea*, Lima et al. (2006), observaram que, a 35°C houve uma tendência de queda na da germinação, além de ter observado maior incidência de microrganismos nas sementes. Benedito (2012), trabalhando com *Mimosa tenuiflora* em temperaturas distintas constatou que temperatura de 40°C prejudicou a germinação das sementes. Já Moraes (2007), constatou que a 40°C a espécie de *Poecilanthus parviflora* não apresenta germinação, corroborando assim com os resultados apresentados, onde ocorre uma significativa redução das sementes.

De acordo com Ferraz e Calvi (2010), as temperaturas cardeais limitam a faixa de temperatura onde a germinação ocorre, e definem as condições ótimas do processo. Quanto maior a temperatura, maior o poder germinativo até que a espécie atinja o seu limite. Para a maioria das espécies florestais a faixa de temperatura ótima se encontra entre 20-30°C

(MENEZES et al. 2004). Em temperaturas superiores a 30°C a germinação sofre redução. O mesmo ocorre nas baixas temperaturas, reduzindo-se o metabolismo, e conseqüentemente a germinação. Isso significa que o caráter adaptativo pode propiciar alta capacidade de estabelecimento das espécies no campo, aumentando, assim, a chance de sobrevivência, em comparação com as espécies que apresentam estreita faixa de temperatura para germinar (LABOURIAU, 1983).

Na Tabela 2, é possível observar os resultados médios da germinação em função de diferentes condutividades elétricas (CE). Onde, de maneira geral, foi possível observar que as diferentes condutividades elétricas, apresentaram diferenças significativas para a germinação. De acordo com os resultados, o tratamento com ausência de sal (testemunha), apresentou a maior porcentagem de germinação (37,3%), quando se relaciona com os demais. Já os tratamentos 15 dSm⁻¹ e 20 dSm⁻¹ não diferiram estatisticamente e demonstraram uma redução na germinação (17,0 e 13,6%), respectivamente, quando relacionados a testemunha. Da mesma forma, Córdoba et al. (1995) inferiram que, para sementes de *Esenbeckia leiocarpa* o aumento do potencial osmótico ocasionou diminuição da capacidade germinativa. Resultado semelhante foi encontrado por Santos et al. (2009), os quais observaram um aumento na emergência de plântulas de *Leucaena leucocephala* após a diminuição da CE. Assim, a sensibilidade das sementes ao estresse hídrico pode atuar como mecanismo de inibição da emergência, quando as condições de umidade no solo não são adequadas (BORGES et al., 1991; CÓRDOBA et al., 1995).

Tabela 2 - Efeito da condutividade elétrica na germinação de sementes de *L. ferrea*.

Condutividade Elétrica (dSm ⁻¹)	Germinação (%)
0	37,3 a
5	32,3 b
10	22,6 c
15	17,0 d
20	13,6 d
CV (%)	19,5
Média	24,6

Verifica-se que, quanto mais negativo o potencial hídrico do substrato, menor a germinação. Isto parece ser em razão do acréscimo no período de tempo correspondente a fase II desse processo, segundo o padrão trifásico proposto por Bewley e Black (1978), no qual

ocorreria uma elevação na tensão de ácido abscísico nas sementes e a consequente inibição do alongamento celular (BRADFORD, 1986). O aumento da tensão osmótica inibe a síntese de alfa amilase, reduzindo o metabolismo nas células da camada de aleurona (BEWLEY e BLACK, 1978).

Quando realizada a interação entre os fatores temperatura e condutividade elétrica (Tabela 3), foi possível observar de forma geral, que a medida em que são aumentados os valores da condutividade elétrica, ocorre a diminuição do percentual médio da germinação, assim como, a variável temperatura também afetou expressivamente a germinação dentro de cada condutividade.

Tabela 3 - Germinação, Índice de Velocidade de Germinação (IVG) e Comprimento de Plântulas (CP) de *L. ferrea* em função das temperaturas e condutividades elétricas (CE).

15°C			
C. E. (dSm ⁻¹)	Germinação (%)	IVG	CP (cm)
0	35,0 a	1,66 a	16,24 a
5	21,6 b	0,89 ab	11,18 b
10	10,0 c	0,81 ab	11,26 b
15	5,0 c	0,21 b	6,36 c
20	5,0 c	0,18 b	3,50 d
22°C			
0	38,33 a	2,67 a	4,21 a
5	40,0 a	1,69 ab	2,61 a
10	23,3 b	1,89 ab	2,69 a
15	23,3 b	1,94 ab	2,10 a
20	16,6 b	1,29 b	1,66 a
27°C			
0	50,0 a	4,63 c	18,5 b
5	43,3 ab	6,63 a	22,4 a
10	35,0 bc	6,95 a	19,3 b
15	33,3 bc	6,28 ab	15,5 c
20	25,0 c	5,25 bc	17,6 c
32°C			
0	46,6 a	6,78 a	12,6 a
5	40,0 a	5,39 b	12,1 a
10	36,6 a	3,61 c	11,9 ab
15	18,3 b	1,59 d	10,0 bc
20	18,3 b	1,97 d	7,91 c
40°C			

0	16,6 a	1,07 b	0 a
5	16,6 a	2,35 a	0 a
10	8,3 ab	0,84 b	0 a
15	5,0 b	0,89 b	0 a
20	3,3 b	0,27 b	0 a

Para a temperatura de 15°C (Tabela 3), as condutividades elétricas de 10, 15 e 20 dSm⁻¹, não apresentaram diferenças significativas entre si, para a germinação de sementes, demonstrando valores bastante reduzidos, quando comparados a condutividade zero na mesma temperatura (35%). A 22°C a CE não diferiu entre a testemunha e o tratamento 5 dSm⁻¹, apresentando a maior porcentagem de germinação, para as condutividades de 10, 15 e 20 dSm⁻¹ na mesma temperatura, não diferiram estatisticamente entre si, mas apresentaram uma redução na germinação, quando relacionadas a condutividade zero (Tabela 3). Na temperatura de 27°C, em todas as condutividades elétricas estudadas, foi possível a obtenção de uma elevada porcentagem de germinação, quando comparadas com as demais temperaturas analisadas, onde a testemunha apresentou o mais alto percentual de germinação (50%), seguido de 5 dSm⁻¹ (43,3%), e a 20 dSm⁻¹ foi a que apresentou a menor taxa de germinação (25%) (Tabela 3). A 32°C, a testemunha e os tratamentos de 5 e 10 dSm⁻¹ não diferiram significativamente entre si, apresentando os maiores percentuais de germinação (Tabela 3). A 40°C a porcentagem de germinação nas condutividades de 0, 5 e 10 dSm⁻¹ não diferiram significativamente, mas com relação as demais temperaturas estudadas, o percentual de germinação foi o mais reduzido, como podemos observar na Tabela 3.

O decréscimo observado na germinação das sementes com a redução do potencial osmótico, foi também verificado por Silva et al. (2001). Esses autores constataram que sementes de *Bowdichia virgilioides* (sucupira) apresentaram desempenho germinativo satisfatório até o potencial osmótico de -0,3 MPa, mas uma redução significativa neste parâmetro ocorreu a partir de -0,5 MPa. Para Bewley e Black (1994) inibição na emergência da raiz principal decorrente de uma disponibilidade menor de água relaciona-se, frequentemente, a reduções na atividade de algumas enzimas com prejuízo ao metabolismo geral das sementes. Segundo Caproni et al. (1993) diferentes espécies resistem a diferentes valores de potencial hídrico, ocorrendo diminuição drástica ou inibição total da emergência de plântulas.

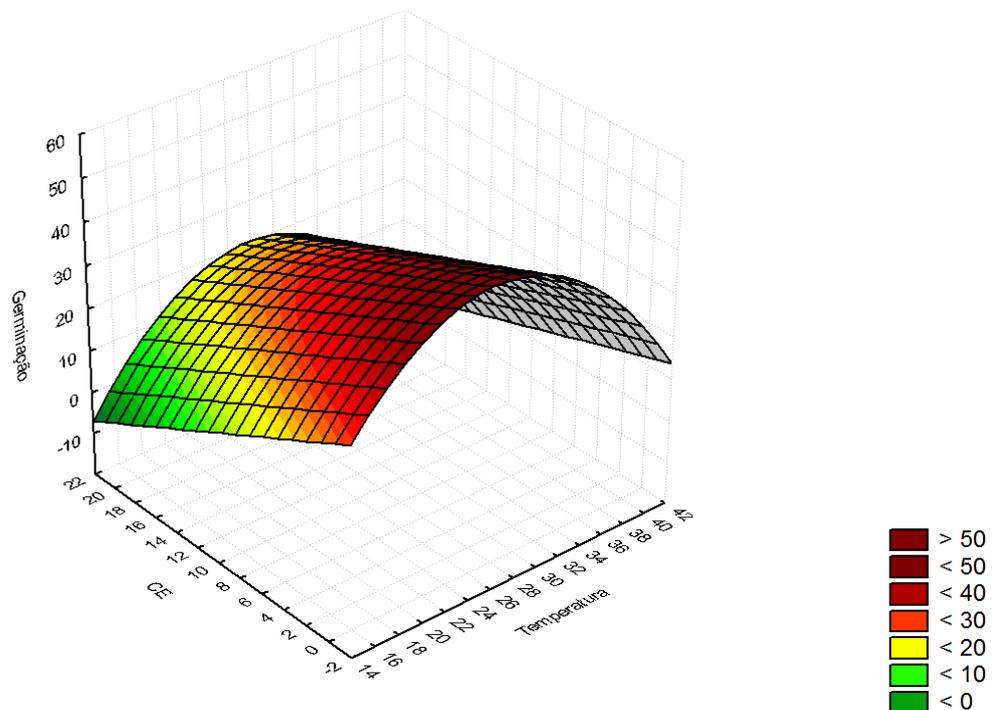
Conforme o modelo de superfície de resposta (Figura 1), a interação foi significativa entre a temperatura e a condutividade com a germinação de sementes de *L. ferrea*. Para a temperatura, o comportamento foi quadrático, com coeficiente de determinação R² igual a

0,9244, sendo possível observar também que, temperaturas muito elevadas ou baixas promovem a diminuição da germinação.

A condutividade elétrica se mostrou linear decrescente ou negativa, sendo possível analisar que, no momento em que ocorre a elevação da condutividade, o processo germinativo sofre redução (Figura 2). Para a interação entre temperatura e condutividade elétrica, o modelo apresenta temperatura ótima de 26,22°C, com germinação de 48,74% na condutividade elétrica zero. Confirmando os resultados encontrados nos testes de médias realizados, que apresentaram valores aproximados.

Figura 2 - Superfície de resposta da germinação em função da temperatura e CE.

$$\text{Model: germinação} = a + b * \text{temperatura} + c * \text{temperatura}^2 + d * \text{ce} + e * \text{temp} \\ z = (-51,2) + (7,54583) * x + (-,14391) * x^2 + (-1,7917) * y + (,020127) * x * y$$



A temperatura ótima de germinação propicia a máxima porcentagem de germinação no menor tempo, enquanto sob temperaturas mínima e máxima a minoria das sementes germina (BEWLEY; BLACK, 1994). A faixa de temperatura adequada para germinação de sementes de *Dimorphandra mollis*, foi 30 a 35°C (PACHECO et al., 2010), para *Myracrodruon urundeuva* a faixa ótima foi de 20 a 30°C (SILVA et al., 2002) e de 15 a 20°C para *Marcetia taxifolia* (SILVEIRA et al., 2004).

No presente estudo apresentava-se a expectativa de que as sementes de *L. ferrea*, uma espécie bastante adaptada a caatinga, germinassem em menores valores de potencial hídrico. Segundo Moore e Kidd (1982), as variações obtidas em diferentes potenciais osmóticos refletem a disponibilidade de umidade do local de origem das sementes, indicando diferenciação de espécie em ecótipos distintos. Borges et al. (1991) observaram que as sementes de jacarandá-da-bahia germinaram em potenciais osmóticos mais elevados que as sementes de cedro-rosa. Os autores relacionaram este resultado com o local de origem das sementes, pois as de cedro rosa foram colhidas em locais de baixada e as de jacarandá-da bahia em áreas mais secas, como partes altas das elevações. Assim, até mesmo o local de coleta das sementes, e a sua disponibilidade hídrica, dentre outros fatores, podem interferir na germinação sob diferentes potenciais.

A redução na porcentagem de germinação e o atraso no início do processo germinativo com o aumento do estresse salino podem estar relacionados com a seca fisiológica produzida, pois quando existe aumento da concentração de sais no meio germinativo, há uma diminuição do potencial osmótico e, conseqüentemente, uma redução do potencial hídrico. Esta redução pode afetar a cinética de absorção de água pelas sementes (efeito osmótico), como também elevar a níveis tóxicos a concentração de íons no embrião (efeito tóxico) (TOBE et al., 2000).

- Índice de Velocidade de Germinação (IVG)

O índice de velocidade de germinação foi avaliado através do teste de Tukey a 5% em função da temperatura, CE e interação entre os dois fatores.

O maior IVG foi alcançado a temperatura de 27°C (5,95), já o menor índice foi obtido nas temperaturas de 15 e 40°C (0,75 e 1,09) e não apresentaram diferenças significativas entre si (Tabela 4).

Para Larcher (2000), a faixa ótima de temperatura para germinação de sementes de espécies de regiões tropicais está entre 20 e 35 °C, e estas apresentam maior dificuldade de se adaptarem a temperaturas baixas do que as altas, diminuindo a área de ocorrência natural dessas espécies. Em *Miconia cinnamomifolia*, sob temperatura mais baixa, o metabolismo é reduzido e a semente necessita de período mais longo até a protrusão radicular (AMARAL; PAULILO, 1992). No entanto, em temperaturas mais altas as velocidades de absorção de água e das reações químicas são maiores, e as sementes, até certo limite, têm o processo de germinação mais rápido (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Tabela 4 - Índice de Velocidade de Germinação de sementes de *L. ferrea* sob diferentes temperaturas.

Temperaturas	IVG
15°C	0,75 d
22°C	1,90 c
27°C	5,95 a
32°C	3,87 b
40°C	1,09 d
CV (%)	20,1
Média	2,71

Na Tabela 5, pode-se observar o efeito da condutividade elétrica sob o IVG, onde foi evidente a ação da salinidade sobre a velocidade de germinação das sementes de *L. ferrea*, obtendo os maiores índices nas condutividades de 0, 5 e 10 dSm⁻¹. Resultados semelhantes foram encontrados por Ribeiro et al. (2008), trabalhando com sementes de *Mimosa caesalpiniiifolia* sob diferentes condutividades, observando que o índice de velocidade de germinação foi afetado pelos níveis de salinidade, ou seja, com o aumento gradativo da concentração de sais houve uma redução na germinação das sementes.

Tabela 5 - Efeito da Condutividade Elétrica sob o Índice de Velocidade de Germinação de sementes de *L. ferrea*.

Condutividade Elétrica (dSm ⁻¹)	IVG
0	3,36 ab
5	3,39 a
10	2,82 b
15	2,18 c
20	1,79 c
CV (%)	20,1
Média	2,71

Bewley e Black (1994) relataram que o estresse hídrico provoca atraso na germinação das sementes e, como estas são bastante heterogêneas em suas respostas ao estresse hídrico, a germinação é distribuída no tempo e no espaço permitindo que, em condições naturais, as plântulas encontrem condições ambientais adequadas ao seu estabelecimento e desenvolvimento, resultados esses também verificados por outros autores.

Para a interação entre a temperatura e condutividade elétrica, a 15°C a maior velocidade de germinação foi verificado na testemunha, e as menores velocidades a 15 e 20dSm⁻¹, conforme pode ser observado na Tabela 3. Na temperatura de 22°C o maior desempenho também foi verificado na condutividade zero, onde a 20dSm⁻¹ apresentou o menor índice. A 27°C a velocidade de germinação analisada através dos índices foram os mais elevados, quando comparados com as demais temperaturas, não obtendo diferenças significativas em quase todas as CEs. Onde pode-se inferir que, sob a temperatura ótima de germinação, a condutividade elétrica interfere de forma reduzida sob a velocidade de germinação das sementes de *L. ferrea*. Sob a temperatura de 32°C o maior índice foi encontrado na testemunha, e os mais baixos a 15 e 20dSm⁻¹. A temperatura de 40°C a velocidade de germinação foi limitada, onde apresentou baixos índices em todas as CEs (Tabela 3). É importante salientar que ocorreu a emissão da radícula a temperatura de 40°C em todas as condutividades estudadas, mas as plântulas no decorrer do período do experimento não suportaram a ação da temperatura e condutividade, e não chegaram a se desenvolver, levando a morte das plântulas.

- Comprimento de Plântula

Para o comprimento de plântula, houve diferenças significativas em todas as temperaturas estudadas (Tabela 6). Todavia, a temperatura de 27°C apresentou o melhor desempenho quanto ao comprimento da plântula, corroborando com os resultados apresentados para germinação e índice de velocidade de germinação. Da mesma forma, o pior desempenho foi observado a 40°C, onde as sementes emitiram a radícula, mas não completaram o desenvolvimento. Provavelmente, o fato deve ter ocorrido devido a temperatura elevada, que leva a semente a deterioração, entretanto as sementes conseguem emitir a radícula primária, mas não concluem o desenvolvimento. De acordo com Carvalho e Nakagawa (2000), temperaturas acima da ótima aceleram a velocidade do processo germinativo, no entanto, desorganizando-o, de modo que o total das sementes que consegue completá-lo diminui.

Tabela 6 - Comprimento de plântulas de *L. ferrea* sob diferentes temperaturas.

Temperaturas	Comprimento (cm)
15°C	9,71 c
22°C	2,65 d
27°C	18,7 a
32°C	10,9 b
40°C	0,0 e
CV (%)	13,2
Média	8,39

Para as diferentes condutividades, a testemunha apresentou o resultado com o maior comprimento de plântulas (10,3 cm), seguido de 5 dSm⁻¹ (9,66 cm), os menores comprimento foram observados a 15 e 20dSm⁻¹, com 6,81 e 6,14 cm, respectivamente (Tabela 7). Evidenciando que, com o aumento da salinidade houve influência no crescimento inicial das plântulas de jucá, prejudicando desta forma seu desenvolvimento. Nesse sentido, Larcher (2000) cita que, os processos de crescimento são particularmente sensíveis ao efeito dos sais, de forma que a taxa de crescimento e a produção de biomassa são bons critérios para a avaliação do grau de estresse e da capacidade da planta de superar o estresse salino.

Tabela 7 - Efeito da condutividade elétrica sob o comprimento de plântulas de *L. ferrea*.

Condutividade Elétrica (dSm ⁻¹)	Comprimento (cm)
0	10,3 a
5	9,66 ab
10	9,04 b
15	6,81 c
20	6,14 c
CV (%)	13,2
Média	8,39

A interação da temperatura com a condutividade elétrica (Tabela 3), demonstrou que a 15°C houve um maior crescimento na salinidade zero e a 5 dSm⁻¹, e o menor valor a 20 dSm⁻¹. Na temperatura de 22°C não foi observada diferenças significativas entre as CEs. A 27°C as plântulas apresentaram o melhor desempenho em todos os testes, mas a 5dSm⁻¹ foi o melhor, seguido da testemunha e 10 dSm⁻¹ que não diferiram significativamente. A 32°C as condutividades zero e 5dSm⁻¹ apresentaram o maior crescimento dentre as demais, não

diferindo estatisticamente, por outro lado, as CEs de 10, 15 e 20 dSm^{-1} apresentaram os piores desempenhos, à medida que houve aumento da salinidade. A 40°C as sementes apresentaram protrusão radícula, mas não houve desenvolvimento de plântulas normais em nenhum teste (Tabela 3).

5.CONCLUSÕES

1. A condutividade elétrica influenciou na absorção de água pelas sementes de *L.ferrea*, onde, sob temperaturas mais elevadas a absorção é mais rápida, mas com o aumento da condutividade a absorção de água é reduzida;
2. A temperatura ótima para a obtenção da germinação e vigor em sementes de *L. ferrea* intactas, foi a 26,22°C;
3. As diferentes condutividades influenciaram negativamente na germinação, IVG e no comprimento das plântulas de jucá à medida que foi aumentada a concentração.
4. Efeitos das diferentes temperaturas e potenciais influenciaram simultaneamente na germinação.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, M. C. de F. et al. Absorção de água por sementes de *Crotalaria spectabilis* roth determinada em diferentes temperaturas e disponibilidade hídrica. **Revista Brasileira de Sementes**, Jaboticabal, v. 22, n. 1, p. 206-215, 2000.
- AMARAL, L. I. V.; PAULILO, M. T. F. Efeito da luz, temperatura, regulador de crescimento e nitrato de potássio na germinação de *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naudim. **Insula**, n. 21, p. 59-86, 1992.
- ANWAR, A.K. et al. Osmotic conditioning of seed: physiological and biochemical changes. **Acta Horticulturae**, v. 1, n. 83, p. 267-278, 1978.
- ANDRADE, A.P. et al. Produção animal no bioma Caatinga: paradigmas dos “pulsos-reservas”. In: SIMPÓSIO DA 43ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 2006. CD-ROM.
- ARAÚJO, S.M.S. A região semiárida do nordeste do Brasil: questões ambientais e possibilidades de uso sustentável dos recursos. **Rios Eletrônica- Revista Científica da FASETE**, Campina Grande, v. 5, n. 5, p. 88-98, dez. 2011.
- BARROS, I.O; SOARES, A. A. Adaptações anatômicas em folhas de marmeleiro e velame da Caatinga brasileira. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 1, p. 192-198, jan./mar. 2013.
- BENEDITO, C.P. **Biometria, germinação e sanidade de sementes de Jurema-preta (Mimosa tenuiflora Willd.) e Jurema-branca (Piptadenia stipulacea Benth.)**. 2012. 95 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2012.
- BEWLEY, J.D. Seed germination and dormancy. **The Plant Cell**. v. 9, n. 7, p. 1055-1066, jul. 1997.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **The Physiology and Biochemistry of Seeds**. Berlin, Springer-Verlag, v. 1, 1978, 306 p.
- BEWLEY, D.D.; BLACK, A.M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum, 1994. 4467 p.
- BORGES, E.E.L.; RENA, A.B. Germinação de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. (Coord.) **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p. 83-136.
- BORGES, E.E.L. et al. Estudos preliminares sobre o efeito do estresse hídrico na germinação de sementes de jacarandá-da-Bahia (*Dalbergia nigra*) e cedro-rosa (*Cedrela fissilis*). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 13, n. 2, p. 115-118, 1991.
- BRADFORD, K.J. Water relations in seed germination. In: KIGEL, J.; GALILI, G. (eds.). **Seed development and germination**. New York: Marcel Dekker Inc., 1995. p. 351-396.

BRADFORD, K.J. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. **HortScience**, v. 21, n. 5, p. 1105-1112, 1986.

BRADFORD, K. J. A water relation analysis of seed germination rates. **Plant Physiology**, v. 94, p. 840- 849, 1990.

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

CAPRONI, A.L. et al. Efeitos da salinidade e substratos de emergência de plântulas e produção de mudas de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus citriodora*. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1., CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7., 1993. Curitiba. **Anais...** Curitiba: Sociedade Brasileira de Silvicultura e Sociedade Brasileira de Engenharia Florestal, 1993. 396 p.

CARDOSO, V.J.M. Metodologia para análise da dependência térmica da germinação pelo modelo de graus-dia. **Oecologia Australis**. Rio Claro, v. 15, n. 2, p. 236-248, jul. 2011.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.

CHAVES, A.P. et al. Efeito da salinidade na emergência e desenvolvimento de plântulas de flamboyant. **Agropecuária Científica no Semiárido**. Campina Grande, v. 9, n. 3, p. 119-123, jul./set. 2013.

CÓRDOBA, G.A.T. et al. Osmocondicionamento em sementes de *Esenbeckia leiocarpa* Engl (guarantã). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 17, n. 2, p. 217-226, 1995.

CREPALDI, I. C. et al. Quebra de dormência em semente de pau-ferro (*Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. - leguminosae, caesalpinioideae). **Feira de Santana**, n. 18, p. 19-29, jan./jun. 1998.

FERRAZ, I.D.K., CALVI, G.P. Teste de germinação in: manual de análise de sementes. Cap 5. In: **Manual de procedimentos para análise de sementes florestais**. Manaus: UFAM. 2010. P. 55-122.

FOWLER, João A. P.; BIANCHETTI, Arnaldo. **Dormência em sementes florestais**. Colombo: EMBRAPA-Florestas, 2000. 27 p.

FLORES, A.V. et al. Germinação de sementes de *Melanoxylon brauna* schott em diferentes temperaturas. **Revista Árvore**. Viçosa, v. 38, n. 6, p. 1147-1154, 2014.

FLORIANO, E. P. **Germinação e dormência de sementes florestais**. Caderno Didático. 1ª ed. Santa Rosa, n. 2, 2004. 19 p.

FREIRE, A.L.O; RODRIGUES, T. J. D. A Salinidade do solo e seus reflexos no crescimento, nodulação e teores de N, K e Na em leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) De Vit.). **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**. Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 2, p. 163-173, mai./ago. 2009.

FREITAS, R.M.O. et al. Efeito da irrigação com água salina na emergência e crescimento inicial de plântulas de jucá. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 3, p. 54-58, jul./set. 2010.

IBGE. **Mapa de Vegetação do Brasil**. Brasília,, 26 maio 2010. Disponível em: ftp://ftp.ibge.gov.br/Cartas_e_Mapas/Mapas_Murais/biomas_pdf.zip. Acesso em: 15 de outubro de 2014.

IBGE. **Divisão Regional**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia>. Página visitada em: 16 de outubro de 2014.

LABOURIAU, L.G. **A germinação das sementes**. Washington: Secretaria da OEA, 1983. 173 p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos, Rima. São Paulo, 2000. 529 p.

LIMA J. D. et al. Efeito da temperatura e do substrato na germinação de Sementes de *caesalpinia ferrea* mart. Ex tul. (leguminosae, Caesalpinoideae). **R. Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 513-518. 2006.

LOPES, N. et al. Sulfated polysaccharide of *Caesalpinia ferrea* inhibits herpes simplexvirus and poliovirus. **Elsevier: International Journal of Biological Macromolecules**, v. 60, p. 93-99, set. 2013.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 5. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. v. 1. 384 p.

MAIA, C.E. et al. Crescimento do meloeiro Orange fresh em função do preparo do solo e construção do camalhão. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 40, n.1, p. 41-47, 2009.

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

MENEZES, N.L. et al. Germinação de sementes de *Salvia splendens* sellow em diferentes temperaturas e qualidades de luz. **Revista Brasileira de Sementes**. Santa Maria, v. 26, n. 1, p. 32-37, 2004.

MELLONI, M.L.G. et al. Espermidina exógena atenua os efeitos do NaCl na germinação e crescimento inicial de leguminosas forrageiras. **Revista Brasileira de Sementes**. Jaboticabal, v. 34, n. 3, p. 495-503. 2012.

MOORE, M.B.; KIDD, F.A. Seed source variation in induced moisture stress germination of ponderosa pines. **Tree Planter's Notes**, v. 33, n. 1, p. 12-14, 1982.

MORAES, J.V. de. **Morfologia e germinação de sementes de *Poecilanthe parviflora* bentham (fabaceae - Faboideae)**. 2007, 78 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, 2007.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Orgs.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 2.1 - 2.24.

NOGUEIRA, N.W. et al. Efeito da salinidade na emergência e crescimento inicial de plântulas de flamboyant. **Revista Brasileira de Sementes**, Mossoró, v. 34, n. 3, p. 466 - 472, 2012.

OLIVEIRA, A.B. Germinação de sementes de leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit.), var. K-72. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. v. 8, n. 2, 2º semestre. 2008.

OLIVEIRA, G.L. **Testes para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de Pinhão Manso (*Jatropha curcas* L.)**. Viçosa, 2009. 60 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

PACHECO, M.V.; MATTEI, V.L.; MATOS, V.P.; SENA, L.H.M. Germination and vigor of *Dimorphandra mollis* Benth. Seeds under different temperatures and substrates. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 205 - 213, mar./abr. 2010.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Ministério da Agricultura, AGIPLAN, 1977. 289 p.

QUEIROZ, L. P. de. **Leguminosas da Caatinga**. Universidade Estadual de Feira de Santana, 2009, 914 p.

REZENDE, I.M. **Efeito do solo contaminado por óleo diesel na germinação e nas plantas jovens de *Schinus terebinthifolius raddi* (anacardiaceae)**. 2006. 85 p. Dissertação (Botânica) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

RIBEIRO, M.C.C. et al. Tolerância do sabiá (*mimosa caesalpiniiifolia* benth) à salinidade durante a germinação e o desenvolvimento de plântulas. **Revista caatinga**, Mossoró, v.21 n.5, p. 123-126, dez. 2008.

SANTOS, E.E.F. et al. Efeito da diluição de água salina na salinização de um solo cultivado com leucena. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2009, Fortaleza. XXXII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO. **Anais...** Fortaleza - CE: SBCS/UFC, 2009.

SENA, C.M; GARIGLIO, M.A.; **Sementes Florestais: Colheita, Beneficiamento e Armazenamento**. Natal: MMA. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Departamento de Florestas. Programa Nacional de Florestas.Unidade de Apoio do PNF no Nordeste, 2008. 28p.

SILVA, L.M.M. et al. Seed germination of *Bowdichia virgilioides* Kunth, under water stress. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 5, p.115-118, 2001.

SILVEIRA, F.A.O. et al. Influência da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Marcetia taxifolia* (A. St.-Hil.) DC. (Melastomataceae). **Acta Botânica Brasílica**, Feira de Santana, v. 18, n. 4, p. 847-851, 2004.

SILVA, L.M.M. et al. Efeito da luz e da temperatura na germinação de sementes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão). **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n.6, p. 691-697, 2002.

SKERMAN, P. J. Tropical forage legumes. **Rome: FAQ**, 1977. 609 p.

SMIDERLE J.O. et al. Curva de absorção de água em sementes de *Jatropha curcas* L. com dois tamanhos. **Revista Agro@ambiente On-line**, Boa Vista, v. 7, n. 2, p. 203-208, mai./ago. 2013.

SMIDERLE, O. J.; LUZ, F. J. de F. Superação da dormência em sementes de pata-de-vaca (*Bauhinia angulata* Vell). **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 4, n. 2, p. 80-85, jul./dez, 2010.

SELEGUINI, A. et al. Superação de dormência em sementes de buriti por meio da escarificação mecânica e embebição. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 6, n. 3, p. 235-241, set./dez. 2012.

TOBE, K. et al. Seed germination and radicle growth of a halophyte, *Kalidium caspicum*(Chenopodiaceae). **Annals of Botany**, v.85, n.3, p. 391-396, 2000.

TORRES, S. B.; SANTOS, D. S. B. dos. Superação de dormência em sementes de *Acacia senegal* (E.) Willd. e *Parkinsonia aculeata* (E.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 16, n. 1, p. 54-57, 1994.

VERTUCCI, C.W. et al. Dynamics of imbibition of soybean embryos. **Plant Physiology**, v. 72, p. 190-3, 1983.

VILLELA, F.A.; MARCOS-FILHO, J. Estados energéticos e tipos de água na semente. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 317-321, 1998.

APÊNDICE

1. Análise estatística

Arquivo analisado:

C:\Users\Danielle\Desktop\Dissertações 2015.1\Joelma\Jucá\Germinação.dbf

Variável analisada: GERM

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TEMP	4	7948.000000	1987.000000	86.391	0.0000
C_E	4	6044.666667	1511.166667	65.703	0.0000
TEMP*C_E	16	845.333333	52.833333	2.297	0.0129
erro	50	1150.000000	23.000000		
Total corrigido	74	15988.000000			
CV (%) =	19.50				
Média geral:	24.6000000	Número de observações:	75		

Teste Tukey para a FV TEMP

DMS: 4,95728651268002 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 15
 Erro padrão: 1,23827837473378

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
40°C	10.000000	a1
15°C	15.333333	a2
22°C	28.333333	a3
32°C	32.000000	a3
27°C	37.333333	a4

Teste Tukey para a FV C_E

DMS: 4,95728651268002 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 15
 Erro padrão: 1,23827837473378

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
20	13.666667	a1

```

15                17.000000 a1
10                22.666667 a2
5                 32.333333 a3
0                 37.333333 a4

```

Análise do desdobramento de C_E_ dentro de cada nível de:

TEMP

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV		GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
C_E_	/1	4	2006.666667	501.666667	21.812	0.0000
C_E_	/2	4	1266.666667	316.666667	13.768	0.0000
C_E_	/3	4	1110.000000	277.500000	12.065	0.0000
C_E_	/4	4	2023.333333	505.833333	21.993	0.0000
C_E_	/5	4	483.333333	120.833333	5.254	0.0013
Erro		50	1150.000000	23.000000		

Codificação usada para o desdobramento

cod. TEMP

1 = 15°C

2 = 22°C

3 = 27°C

4 = 32°C

5 = 40°C

Teste de Tukey para o desdobramento de C_E_ dentro da codificação:

1

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

Teste Tukey para a FV C_E_

DMS: 11,0848296262954 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 3

Erro padrão: 2,76887462097269

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
15	5.000000	a1
20	5.000000	a1
10	10.000000	a1
5	21.666667	a2
0	35.000000	a3

Teste de Tukey para o desdobramento de C_E_ dentro da codificação:

2

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

Teste Tukey para a FV C_E_

DMS: 11,0848296262954 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 3
 Erro padrão: 2,76887462097269

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
20	16.666667	a1
15	23.333333	a1
10	23.333333	a1
0	38.333333	a2
5	40.000000	a2

Teste de Tukey para o
 desdobramento de C_E_ dentro da codificação:
 3
 Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

Teste Tukey para a FV C_E_

DMS: 11,0848296262954 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 3
 Erro padrão: 2,76887462097269

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
20	25.000000	a1
15	33.333333	a1 a2
10	35.000000	a1 a2
5	43.333333	a2 a3
0	50.000000	a3

Teste de Tukey para o
 desdobramento de C_E_ dentro da codificação:
 4
 Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

Teste Tukey para a FV C_E_

DMS: 11,0848296262954 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 3
 Erro padrão: 2,76887462097269

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
15	18.333333	a1
20	18.333333	a1
10	36.666667	a2
5	40.000000	a2
0	46.666667	a2

Teste de Tukey para o
 desdobramento de C_E_ dentro da codificação:
 5
 Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

Teste Tukey para a FV C_E_

 DMS: 11,0848296262954 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 3
 Erro padrão: 2,76887462097269

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
20	3.333333	a1
15	5.000000	a1
10	8.333333	a1 a2
0	16.666667	a2
5	16.666667	a2

 Variável analisada: IVG

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TEMP	4	284.956235	71.239059	239.828	0.0000
C_E	4	30.295795	7.573949	25.498	0.0000
TEMP*C_E_	16	54.630032	3.414377	11.495	0.0000
erro	50	14.852133	0.297043		
Total corrigido	74	384.734195			
CV (%) =	20.09				
Média geral:	2.7130667	Número de observações:	75		

 Teste Tukey para a FV TEMP

DMS: 0,563364555768814 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 15
 Erro padrão: 0,140722579724948

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
15øC	0.750667	a1
40øC	1.087333	a1
22øC	1.902000	a2
32øC	3.871333	a3
27øC	5.954000	a4

 Teste Tukey para a FV C_E_

DMS: 0,563364555768814 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 15
 Erro padrão: 0,140722579724948

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
20	1.796667	a1
15	2.185333	a1
10	2.824000	a2
0	3.365333	a2 a3
5	3.394000	a3

Análise do desdobramento de C_E_ dentro de cada nível de:

TEMP

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
C_E_ /1	4	4.404627	1.101157	3.707	0.0101
C_E_ /2	4	3.031307	0.757827	2.551	0.0501
C_E_ /3	4	11.437427	2.859357	9.626	0.0000
C_E_ /4	4	58.950973	14.737743	49.615	0.0000
C_E_ /5	4	7.101493	1.775373	5.977	0.0005
Erro	50	14.852133	0.297043		

Codificação usada para o desdobramento

cod. TEMP

1 = 15°C

2 = 22°C

3 = 27°C

4 = 32°C

5 = 40°C

Teste de Tukey para o desdobramento de C_E_ dentro da codificação:

1

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

Teste Tukey para a FV C_E_

DMS: 1,25972144281304 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 3
 Erro padrão: 0,314665254234118

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
20	0.180000	a1
15	0.210000	a1
10	0.813333	a1 a2
5	0.890000	a1 a2
0	1.660000	a2

Teste de Tukey para o
desdobramento de C_E_ dentro da codificação:

2

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

Teste Tukey para a FV C_E_

DMS: 1,25972144281304 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 3
Erro padrão: 0,314665254234118

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
20	1.296667	a1
5	1.696667	a1 a2
10	1.896667	a1 a2
15	1.943333	a1 a2
0	2.676667	a2

Teste de Tukey para o
desdobramento de C_E_ dentro da codificação:

3

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

Teste Tukey para a FV C_E_

DMS: 1,25972144281304 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 3
Erro padrão: 0,314665254234118

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
0	4.633333	a1
20	5.256667	a1 a2
15	6.286667	a2 a3
5	6.636667	a3
10	6.956667	a3

Teste de Tukey para o
desdobramento de C_E_ dentro da codificação:

4

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

Teste Tukey para a FV C_E_

DMS: 1,25972144281304 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 3
Erro padrão: 0,314665254234118

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
15	1.596667	a1
20	1.973333	a1
10	3.610000	a2
5	5.390000	a3
0	6.786667	a4

Teste de Tukey para o
desdobramento de C_E_ dentro da codificação:
5

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

Teste Tukey para a FV C_E_

DMS: 1,25972144281304 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 3
Erro padrão: 0,314665254234118

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
20	0.276667	a1
10	0.843333	a1
15	0.890000	a1
0	1.070000	a1
5	2.356667	a2

Variável analisada: M_S_

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TEMP	4	0.019244	0.004811	22.331	0.0000
C_E_	4	0.000075	0.000019	0.087	0.9862
TEMP*C_E_	16	0.003004	0.000188	0.872	0.6031
erro	50	0.010772	0.000215		
Total corrigido	74	0.033095			
CV (%) =	57.78				
Média geral:	0.0254040	Número de observações:	75		

Teste Tukey para a FV TEMP

DMS: 0,0151719730611566 NMS: 0,05

 Média harmonica do número de repetições (r): 15
 Erro padrão: 0,00378980034654422

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
40°C	0.000000	a1
32°C	0.016667	a2
27°C	0.026200	a2 a3
22°C	0.040553	a3 a4
15°C	0.043600	a4

 Teste Tukey para a FV C_E_

DMS: 0,0151719730611566 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 15
 Erro padrão: 0,00378980034654422

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
20	0.024053	a1
10	0.024613	a1
0	0.025400	a1
5	0.026133	a1
15	0.026820	a1

 Análise do desdobramento de C_E_ dentro de cada nível de:

TEMP

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
C_E_	/1 4	0.001350	0.000338	1.567	0.1969
C_E_	/2 4	0.001478	0.000369	1.715	0.1608
C_E_	/3 4	0.000152	0.000038	0.177	0.9491
C_E_	/4 4	0.000099	0.000025	0.114	0.9767
C_E_	/5 4	0.000000	0.000000	0.000	1.0000
Erro	50	0.010772	0.000215		

Codificação usada para o desdobramento

cod. TEMP

1 = 15°C

2 = 22°C

3 = 27°C

4 = 32°C

5 = 40°C

 Teste de Tukey para o
 desdobramento de C_E_ dentro da codificação:

1

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

Teste Tukey para a FV C_E_

 DMS: 0,0339255631175418 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 3
 Erro padrão: 0,00847425119602513

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
5	0.028000	a1
10	0.039000	a1
15	0.046667	a1
20	0.048333	a1
0	0.056000	a1

Teste de Tukey para o
 desdobramento de C_E_ dentro da codificação:
 2

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

 Teste Tukey para a FV C_E_

DMS: 0,0339255631175418 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 3
 Erro padrão: 0,00847425119602513

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
0	0.026000	a1
20	0.034600	a1
10	0.039067	a1
15	0.050767	a1
5	0.052333	a1

Teste de Tukey para o
 desdobramento de C_E_ dentro da codificação:
 3

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

 Teste Tukey para a FV C_E_

DMS: 0,0339255631175418 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 3
 Erro padrão: 0,00847425119602513

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
15	0.022000	a1
20	0.024667	a1
0	0.025667	a1
10	0.027000	a1
5	0.031667	a1

Teste de Tukey para o
desdobramento de C_E_ dentro da codificação:

4

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

Teste Tukey para a FV C_E_

DMS: 0,0339255631175418 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 3
Erro padrão: 0,00847425119602513

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
20	0.012667	a1
15	0.014667	a1
10	0.018000	a1
5	0.018667	a1
0	0.019333	a1

Teste de Tukey para o
desdobramento de C_E_ dentro da codificação:

5

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

Teste Tukey para a FV C_E_

DMS: 0,0339255631175418 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 3
Erro padrão: 0,00847425119602513

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
15	0.000000	a1
20	0.000000	a1
10	0.000000	a1
0	0.000000	a1
5	0.000000	a1

Variável analisada: C_P

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TEMP	4	3260.260101	815.065025	659.705	0.0000
C_E_	4	198.356061	49.589015	40.137	0.0000
TEMP*C_E_	16	224.439632	14.027477	11.354	0.0000
erro	50	61.774933	1.235499		

Total corrigido	74	3744.830728	
CV (%) =	13.24		
Média geral:	8.3964000	Número de observações:	75

 Teste Tukey para a FV TEMP

DMS: 1,14895029967809 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 15
 Erro padrão: 0,286995780069634

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
40°C	0.000000	a1
22°C	2.657333	a2
15°C	9.712667	a3
32°C	10.932000	a4
27°C	18.680000	a5

 Teste Tukey para a FV C_E_

DMS: 1,14895029967809 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 15
 Erro padrão: 0,286995780069634

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
20	6.148667	a1
15	6.817333	a1
10	9.046667	a2
5	9.660667	a2 a3
0	10.308667	a3

 Análise do desdobramento de C_E_ dentro de cada nível de:

TEMP

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
C_E_	/1 4	291.191627	72.797907	58.922	0.0000
C_E_	/2 4	11.117293	2.779323	2.250	0.0764
C_E_	/3 4	75.122867	18.780717	15.201	0.0000
C_E_	/4 4	45.363907	11.340977	9.179	0.0000
C_E_	/5 4	0.000000	0.000000	0.000	1.0000
Erro	50	61.774933	1.235499		

Codificação usada para o desdobramento

cod. TEMP

1 = 15°C

2 = 22°C

3 = 27°C

4 = 32°C

5 = 40°C

Teste de Tukey para o

desdobramento de C_E_ dentro da codificação:

1

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

 Teste Tukey para a FV C_E_

DMS: 2,56913097284897 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 3

Erro padrão: 0,641742073491281

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
20	3.500000	a1
15	6.366667	a2
5	11.183333	a3
10	11.266667	a3
0	16.246667	a4

Teste de Tukey para o

desdobramento de C_E_ dentro da codificação:

2

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

 Teste Tukey para a FV C_E_

DMS: 2,56913097284897 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 3

Erro padrão: 0,641742073491281

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
20	1.666667	a1
15	2.100000	a1
5	2.616667	a1
10	2.693333	a1
0	4.210000	a1

Teste de Tukey para o

desdobramento de C_E_ dentro da codificação:

3

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

 Teste Tukey para a FV C_E_

DMS: 2,56913097284897 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 3
 Erro padrão: 0,641742073491281

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
15	15.553333	a1
20	17.663333	a1 a2
0	18.476667	a2
10	19.313333	a2
5	22.393333	a3

Teste de Tukey para o
 desdobramento de C_E_ dentro da codificação:

4

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

Teste Tukey para a FV C_E_

DMS: 2,56913097284897 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 3
 Erro padrão: 0,641742073491281

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
20	7.913333	a1
15	10.066667	a1 a2
10	11.960000	a2
5	12.110000	a2
0	12.610000	a2

Teste de Tukey para o
 desdobramento de C_E_ dentro da codificação:

5

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

Teste Tukey para a FV C_E_

DMS: 2,56913097284897 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 3
 Erro padrão: 0,641742073491281

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
15	0.000000	a1
20	0.000000	a1
10	0.000000	a1
0	0.000000	a1
5	0.000000	a1