



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS

**GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE *Caesalpinia echinata* Lam. EM  
FUNÇÃO DO ESTRESSE HÍDRICO EM DIFERENTES TEMPERATURAS**

Caroline Marques Rodrigues

AREIA - PB  
2017

**GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE *Caesalpinia echinata* Lam. EM  
FUNÇÃO DO ESTRESSE HÍDRICO EM DIFERENTES TEMPERATURAS**

CAROLINE MARQUES RODRIGUES

Trabalho de Conclusão de Curso de  
Graduação apresentado à  
Universidade Federal da Paraíba como  
requisito parcial para a obtenção do  
título de **Engenheira Agrônoma.**

Orientadora: Profa. Dra. Edna Ursulino Alves

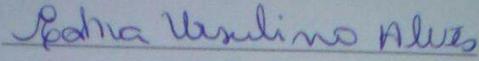
AREIA - PB  
2017

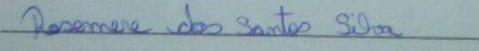
**GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE *Caesalpinia echinata* Lam. EM  
FUNÇÃO DO ESTRESSE HÍDRICO EM DIFERENTES TEMPERATURAS**

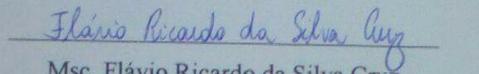
CAROLINE MARQUES RODRIGUES

Trabalho de graduação aprovado em: 25/07/2017

**BANCA EXAMINADORA**

  
Profª. Dra. Edna Ursulino Alves  
DFCA/CCA/UFPB

  
Msc. Rosemere dos Santos Silva  
Doutoranda do PPGA/DFCA/CCA/UFPB

  
Msc. Flávio Ricardo da Silva Cruz  
Doutorando do PPGA/DFCA/CCA/UFPB

AREIA - PB  
2017

Aqueles que sempre estiveram ao meu lado, meus pais **Antônio Manoel e Maria Cristina**, meu irmão **Antonio Augusto Marques**, minha irmã **Christiane Marques** e ao meu sobrinho **Arthur Marques**.

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que tem me dado forças todos os dias para que eu nunca desistisse da caminhada.

A Universidade Federal da Paraíba, especificamente ao Centro de Ciências Agrárias, por ter me proporcionado uma formação profissional.

A professora Edna Ursulino Alves por toda confiança em mim depositada e me ajudar a torna-me uma profissional melhor com todo seu incentivo.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e ao Programa de Iniciação Científica da Universidade Federal da Paraíba (PIBIC/UFPB) pela concessão da bolsa de Iniciação Científica, a qual foi muito importante para me inserir na pesquisa científica.

Aos meus pais Antonio Manoel Rodrigues e Maria Cristina Marques Rodrigues pelo exemplo de humildade, simplicidade e amor.

Aos meus avós maternos Augusto da Silva e Elza Marques da Silva (*in memoriam*) e avós paternos Antônio Eufrásio Rodrigues (*in memoriam*) e Sebastiana Maria da Conceição (Dona Zezé).

As minhas tias Luciana Rodrigues de Araújo pelo incentivo e grande ajuda com todo o seu conhecimento, a Maria Marques (Lela) e ao meu tio Antonio Marques.

Ao meu sobrinho Arthur e meu primo Thiago (os bebês de tia Carol) por todo companheirismo.

Ao meu namorado Antonio Fernando da Silva que está sempre ao meu lado me dando forças, com todo amor, carinho, cumplicidade, lealdade e proteção.

Aos meus irmãos Antonio Augusto Marques Rodrigues (Guga) e Christiane Marques Rodrigues que aguentam todos os meus abusos e me ensinam a ser uma pessoa melhor.

Ao meu primo Ailson Marques, por todo seu carinho.

A minha amiga Rosemere dos Santos Silva (Rose), por toda sua amizade e paciência comigo porque todos os ensinamentos de laboratório aprendi com a sua ajuda.

A toda a equipe do Laboratório de Análise de Sementes, especialmente Severino Francisco dos Santos (Sr. Biu), Rui Barbosa da Silva, bem como todos os meus amigos que sempre acreditaram na minha competência Maria das Graças Nascimento, Maria Lúcia Maurício da Silva, Maria Joelma da Silva, Maria das Mercês Serafim dos Santos Neta, Paulo Araújo Costa, Edlânia Maria e Flávio Ricardo da Silva Cruz.

As minhas amigas Rhaissa Fiama e Renally D'Angelis que desistiram do curso e seguiram caminhos diferentes.

A todos os meus amigos da turma 2012.1, em especial a João Paulo Oliveira, José Luiz, Renata Pedroza, Geyziane, Beatriz Torres, Michelly Fernandes, Arcelina, Hellen , Marcos, Henrique Marinho, Edson Barboza, Clint Waine, André Spinosa, Lucas da Silva, Caíque Palácio, Leonardo Maximino, Kennedy Gonzaga,, Rayan Reges, Murilo, Allan Jonathan.

Aos meus amigos da Universidade que tive oportunidade de conhecer, Edileide Natália, Maria de Lourdes dos Santos Lima, Magnólia Martins Alves, Jucineide, Marta, Eliza Pereira de Souza, Manoel Andrade (Júnior Mangangá), Saulo Juvêncio, Rogeranuar Xavier, Patrícia e Andreza.

A Edilson Guedes e seu Pedro que sempre me ajudaram em todas as horas que eu precisei.

Aos amigos que tenho um imenso carinho e torcem sempre por mim Ana Carla Lucas Ramos, Elton Fernandes, Eduardo Nascimento, Jéssica, Joelson Ramos de Araújo, Valter, Dislene Ribeiro, Marcos, Isabelly Diniz, Rinaldo, Bruno Ferreira, Tarciano Tangran, José Belarmino, Edson Queiroz, Rosilene, José Nilson, ao meu grande amigo José Ronaldo Maximino (Duka), minha cunhada Maria das Vitórias da Silva e toda a família do meu namorado.

Aos professores Ademar Pereira, Edna Ursulino Alves, Leonaldo Alves de Andrade, Rejane, Cauby, Marcos Pequeno, Daniel Duarte, Valter Mario Vinícius, Rosivaldo, Péricles, Silvanda, Vânia e, José Crispiniano Feitosa.

As minhas amigas Kátia Freire e Danielle Monteiro Macena, por toda amizade, fidelidade, e por me dar forças nas horas que mais precisei.

A minha amiga e companheira de curso Robevânia Alves (minha best) que tem me aguentado durante todos esses anos, com toda sua amizade e cumplicidade.

As crianças da APAE que tive a oportunidade de trabalhar durante seis meses, a Edileide Natália Rodrigues que foi meu braço direito em todas as atividades, ao meu amigo Fabinho, Lúcia, a diretora Jôse e seu Juvino que me receberam tão bem.

Hoje, neste tempo que é seu, o futuro está sendo plantado. As escolhas que você procura, os amigos que você cultiva, as leituras que você faz, os valores que você abraça, os amores que você ama, tudo será determinante para a colheita futura.

Pe. Fábio de Melo

RODRIGUES, C. M. **Germinação e vigor de sementes de *Caesalpinia echinata* Lam. em função do estresse hídrico em diferentes temperaturas.** 2017. 23f. Trabalho de conclusão de curso (Agronomia), Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias. Areia-PB.

### RESUMO

A espécie *Caesalpinia echinata* Lam., da família Fabaceae, popularmente conhecida como pau-brasil é uma árvore de grande porte nativa do Brasil que ocorre do Rio Grande do Norte até o Rio de Janeiro, possuindo relevante valor histórico e econômico para o país. O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito do estresse hídrico em diferentes temperaturas na germinação e no vigor de suas sementes. O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, em Areia - PB. O estresse hídrico foi simulado com soluções de polietilenoglicol 6000 (PEG 6000) nos diferentes potenciais osmóticos de 0,0 (controle), -0,2; -0,4; -0,6 MPa nas temperaturas constantes de 25, 30 e 35 °C, em delineamento inteiramente ao acaso. Para a determinação do efeito dos tratamentos avaliou-se a porcentagem de germinação, primeira contagem e índice de velocidade de germinação, bem como o comprimento e massa seca de plântulas. A redução do potencial osmótico influencia negativamente a germinação e o vigor das sementes de *C. echinata* nas três temperaturas avaliadas (25, 30, 35 °C).

**Palavras-chave:** pau-brasil, potencial fisiológico, polietilenoglicol, potencial osmótico

RODRIGUES, C. M. **Germinação e vigor de sementes de *Caesalpinia echinata* Lam. em função do estresse hídrico em diferentes temperaturas.** 2017. 23f. Trabalho de conclusão de curso (Agronomia), Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias. Areia-PB.

#### ABSTRACT

*The species *Caesalpinia echinata* Lam., From the Fabaceae family, popularly known as Brazil-wood, is a large tree with pod-like fruit, occurring from Rio Grande do Norte to Rio de Janeiro, which has a very important historical and economic value To Brazil. Thus the objective was to evaluate the effect of water stress at different temperatures on the germination and vigor of its seeds. The work was developed in the Laboratory of Seed Analysis, belonging to the Center of Agricultural Sciences of the Federal University of Paraíba, Areia - PB. For the simulation of the water stress condition, solutions of polyethylene glycol 6000 (PEG 6000) were used in the different osmotic potentials of -0.2; -0.4; -0.6 MPa and control 0.0 (control), at constant temperatures of 25, 30 and 35 ° C, in a completely randomized design. To determine the effect of the treatments, the percentage of germination, first count and germination speed index, as well as seedling length and dry mass were evaluated. The temperatures of 25 and 30 ° C favor the germination and vigor of the seeds of *C. echinata* that were not submitted to water stress. The reduction of the osmotic potentials from -0.4 MPa negatively affects the germination and the vigor of the seeds, mainly in the temperature of 35 ° C.*

Key words: pau-brazil, physiological potential, polyethylene glycol, Osmotic potential

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Porcentagem de germinação de sementes de <i>C. echinata</i> submetidas ao estresse hídrico em diferentes temperaturas. Areia - PB, 2017.....	10
<b>Figura 2.</b>	Primeira contagem de germinação de sementes de <i>C. echinata</i> submetidas ao estresse hídrico em diferentes temperaturas. Areia - PB, 2017.....	11
<b>Figura 3.</b>	Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de <i>C. echinata</i> submetidas ao estresse hídrico em diferentes temperaturas. Areia - PB, 2017.....	12
<b>Figura 4.</b>	Comprimento de raiz primária de plântulas de <i>C. echinata</i> oriundas de sementes submetidas ao estresse hídrico em diferentes temperaturas. Areia - PB, 2017.....	13
<b>Figura 5.</b>	Comprimento de parte aérea de plântulas de <i>C. echinata</i> oriundas de sementes submetidas ao estresse hídrico em diferentes temperaturas. Areia - PB, 2017.....	14
<b>Figura 6.</b>	Massa seca de parte aérea de plântulas de <i>C. echinata</i> oriundas de sementes submetidas ao estresse hídrico em diferentes temperaturas. Areia - PB, 2017.....	15
<b>Figura 7.</b>	Massa seca das raízes de plântulas de <i>C. echinata</i> oriundas de sementes submetidas ao estresse hídrico em diferentes temperaturas. Areia - PB, 2017.....	16

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	i
<b>ABSTRACT</b> .....	ii
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	3
2.1 Descrição da Espécie .....	3
2.2 Temperatura .....	4
2.3 Estresse Hídrico .....	5
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	7
3.1 Local de Condução do Experimento.....	7
3.2 Estresse Hídrico .....	7
3.3 Avaliações Realizadas .....	7
3.3.1 Teste de Germinação.....	7
3.3.2 Primeira Contagem de Germinação .....	8
3.3.3 Índice de Velocidade de Germinação.....	8
3.3.4 Comprimento e Massa Seca de Raízes e Parte Aérea .....	8
3.4 Delineamento Experimental e Análise Estatística .....	9
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	10
<b>5. CONCLUSÕES</b> .....	17
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	18

## 1. INTRODUÇÃO

A espécie *Caesalpinia echinata* Lam. Fabaceae, conhecida popularmente por pau-brasil, pau-rosado, pau-de-pernambuco é nativa do Brasil, com ocorrência do Ceará ao Rio de Janeiro na floresta Pluvial Atlântica. (LORENZI, 2002; ROCHA e BARBEDO, 2008). A árvore é de grande porte que possui tronco e ramos aculeados, frutos deiscentes do tipo vagem contendo, em média, cinco sementes de formato circular (EMBRAPA, 2001).

Atualmente o pau-brasil (*C. echinata*) encontra-se na lista de espécies ameaçadas de extinção devido aos séculos de exploração. A madeira da espécie é muito resistente e pesada, e foi muito explorada na construção civil, naval e para confecção de instrumentos musicais; além disso, a partir do lenho da planta era extraído corante para tingir tecidos e fabricar tintas de escrever (LORENZI, 2002; ROCHA e BARBEDO, 2008).

O conhecimento das condições ideais para a germinação de sementes de cada espécie é essencial, pois fatores como temperatura, luz, e a salinidade podem interferir no processo germinativo. Além desses, o principal fator que influencia na germinação das sementes é a água, a qual deve estar em quantidade adequada, pois quando em excesso ou em falta, pode resultar em efeitos negativos sobre a germinação (BRASIL, 2009; CARVALHO e NAKAGAWA, 2012).

Estudos relacionados com a resposta germinativa de sementes à condição de estresses têm importância para a ecofisiologia e constituem-se em ferramentas que possibilitam a avaliação dos limites de tolerância, sobrevivência e adaptação das espécies vegetais às condições de estresses naturais (GUEDES et al., 2013). As espécies que toleram o déficit hídrico têm mais chances de se estabelecer no campo (BARBERO et al., 2011), outras desencadeiam mecanismos que possibilitam a germinação (ROSA et al., 2005).

A temperatura exerce influência nas reações bioquímicas que determinam o processo germinativo, porque há uma sequência programada das mesmas cujos sistemas enzimáticos têm exigências térmicas próprias (MARCOS FILHO, 2015). A temperatura ideal proporcionará maior porcentagem e índice de velocidade de germinação em um curto período (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012). Para a germinação de sementes de espécies tropicais a temperatura ótima varia de 15 a 30 °C (MARCOS FILHO, 2015).

Em ambiente de laboratório é possível simular condições de estresse hídrico para a germinação de sementes (PELEGRINI et al., 2013), uma vez que o estresse hídrico é uma situação que as mesmas podem encontrar no campo. Para isso, o uso de substâncias químicas

osmoticamente ativas como forma de induzir a restrição hídrica na semente tem sido amplamente difundido, sendo normalmente feita pela adição de solutos como cloreto de cálcio ( $\text{CaCl}_2$ ), cloreto de sódio ( $\text{NaCl}$ ) e polietilenoglicol (OLIVEIRA e GOMES-FILHO, 2009).

Para cada agente osmótico há diferenças químicas que podem acarretar resultados diversos na germinação das sementes, mesmo em potenciais hídricos similares (SOUZA e CARDOSO, 2000). O polietilenoglicol 6000 (PEG 6000) vem sendo utilizado para identificar o potencial osmótico que seja menos danoso para as sementes de cada espécie. O mesmo possui alto peso molecular, sendo atóxico à semente (MORAES e MENEZES, 2003), proporcionando embebição lenta e controlada das sementes (VILLELA et al., 1991).

Diante do exposto e da importância da espécie, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito do estresse hídrico em diferentes temperaturas na germinação e vigor de sementes de *Caesalpinia echinata* Lam.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Descrição da Espécie

A espécie *Caesalpinia echinata* Lam. (Leguminosae - Caesalpinioideae) está incluída na lista oficial das espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção devido à exploração de sua madeira ao longo do tempo, por ser de excelente qualidade e bastante utilizada para a fabricação de instrumentos musicais (CUNHA e LIMA, 1992; ROCHA, 2004).

Essa espécie, conhecida popularmente como pau-brasil, ibirapitanga, orabutã, brasileto, ibirapiranga, ibirapita, ibirapitã, pau rosado e muirapiranga tem altura variando de 10 a 15 m, tronco que pode atingir 1 m de diâmetro, folhas bipinadas e flores em cacho na coloração amarelo-ouro (AGUIAR e AOKI, 1983; LIMA, 1992; CARVALHO, 1994). O florescimento do *C. echinata* se inicia no mês de setembro prolongando-se até outubro e a maturação dos frutos ocorre de novembro a janeiro, os quais devem ser colhidos quando iniciarem a abertura espontânea (LORENZI, 2002). De acordo com Souza (1982), a planta tem um potencial ornamental muito grande, devido a sua beleza e raridade.

A frutificação da espécie ocorre em dois períodos, após a floração principal entre os meses de novembro e dezembro e secundária de abril a maio (AGUIAR, 2001), os principais vetores de polinização são as abelhas e os insetos pequenos e sua forma de disseminação é autocórica (CARVALHO, 2003). No período de seca (julho/agosto) ocorre a queda parcial das folhas porque a umidade relativa do ar e a temperatura são muito baixas, ocasionando o maior período de estresse hídrico para a planta (RIZZO et al., 1971; PIMENTEL et al., 1977; DUTRA, 1987).

As sementes dessa espécie são achatadas, lisas, elíptica, possuem diâmetro em torno de 1,0 a 1,5 cm e espessura de 0,3 cm; sendo encontradas de 2 a 4 frutos por vagem (LORENZI, 2002). A germinação é tipo epígena com capacidade de germinação de 95%, mas com o tempo seu poder germinativo começa a diminuir e o período de viabilidade das sementes é de menos de três meses, quando armazenadas sob condições normais de ambiente, dependendo das condições ambientais a capacidade germinativa pode ser completamente perdida, como no caso de sementes coletadas em períodos de chuva (BARBEDO et al., 2002).

De acordo com Barbedo e Cicero (2000) diversos pesquisadores vêm trabalhando no desenvolvimento de novas metodologias de armazenamento de sementes de *C. echinata*, que possam aumentar o tempo de viabilidade, tornar mais viável o cultivo da espécie e possibilitar a conservação do germoplasma (BORGES et al., 2005). Segundo esses mesmos autores o ponto principal é a identificação do estágio de maturidade fisiológica das sementes, uma vez que o momento ideal para a colheita são condições essenciais para a conservação da viabilidade durante o armazenamento. A maturidade fisiológica de sementes ocorre, geralmente, cerca de 60-65 dias após floração, imediatamente, antes da deiscência, quando as sementes apresentam 30-40% de água, este período é ideal para a obtenção de sementes com alta qualidade fisiológica, que afetará mais tarde a germinabilidade e estocagem das mesmas (BARBEDO et al., 2002).

## 2.2. Temperatura

A temperatura é um dos principais fatores que exerce influência sobre a germinação (MAYER e POLJAKOFF-MAYBER, 1989), atuando na embebição de água pela semente, assim como nas reações bioquímicas que regulam o metabolismo envolvido nesse processo (CASTRO et al., 2004). As variações de temperaturas afetam a velocidade, a percentagem e a uniformidade de germinação e, quando associada aos efeitos do estresse hídrico, interfere na dinâmica da absorção de água, nos limites e velocidade das reações bioquímicas, além dos eventos fisiológicos que determinam todo o processo germinativo (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012; MARCOS FILHO, 2015).

De acordo com Nogueira et al. (2017) a temperatura alternada de 20-30 °C proporcionou maior tolerância ao estresse hídrico para a germinação de sementes de *Mimosa ophthalmocentra*. Para Moura et al. (2011) as sementes de *Mimosa caesalpiniiifolia*. são sensíveis ao estresse hídrico simulado pelo PEG-6000 na temperatura constante de 30 °C.

O estresse hídrico afetou negativamente a germinação e o vigor das plântulas de jurema-de-embira a partir do potencial de -0,2 Mpa, cujos efeitos foram mais evidentes na temperatura de 35 °C (NOGUEIRA et al., 2017). Para Pelegrini et al. (2013) o limite para germinação de sementes de *Erytrina falcata* está entre -0,2 e -0,4 MPa a temperatura constante de 25 °C, enquanto que os potenciais osmóticos testados com cloreto de sódio (NaCl) e manitol não influenciaram o processo germinativo. Segundo Almeida et al. (2014) o potencial hídrico a

partir de -0,6 MPa tornou-se uma condição limitante na germinação de sementes de *Amburana cearensis* submetidas a 30 °C.

### **2.3. Estresse Hídrico**

A disponibilidade de água é um dos fatores essenciais para desencadear a germinação, uma vez que está envolvida direta e indiretamente em todas as demais etapas do metabolismo germinativo. A água, além de promover o amolecimento do tegumento, favorece a penetração do oxigênio, proporciona aumento no volume do embrião e dos tecidos de reserva, estimula as atividades metabólicas básicas, favorecendo o crescimento do eixo embrionário (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012).

Para germinar, as sementes devem atingir um teor mínimo de umidade, que é muito variável entre as espécies, e que demora mais para ser alcançado quando o potencial hídrico do substrato é mais baixo (BRADFORD, 1990). O estresse hídrico, geralmente contribui para a diminuição da velocidade de germinação das sementes, sendo que para cada espécie existe um valor de potencial hídrico no solo, abaixo do qual a germinação não ocorre (BEWLEY e BLACK, 1994).

Neste sentido, a ação do estresse hídrico sobre o processo germinativo é importante para o entendimento da ecofisiologia da espécie e compreensão dos limites de tolerância e adaptação destas aos fatores ambientais adversos (LARCHER, 2006). Uma das técnicas mais utilizadas para simular condições de baixa umidade no substrato tem sido o uso de soluções com diferentes potenciais osmóticos (TAYLOR e HARMAN, 1990), uma vez que os potenciais hídricos mais negativos no meio reduzem o fluxo de água para a célula, até o ponto extremo no qual a difusão de água através do simplasto cessa e o processo de germinação é diretamente afetado (SOUZA e CARDOSO, 2000). A deficiência hídrica provoca alterações no comportamento vegetal cuja irreversibilidade vai depender do genótipo, da duração, da severidade e do estágio de desenvolvimento da planta. Assim, pesquisas têm sido direcionadas a fim de compreender as respostas das plantas ao déficit hídrico; sendo necessário um programa amplo, multidisciplinar, que possa entender tais respostas (SANTOS e CARLESSO, 1998).

A fase inicial da germinação é muito sensível ao estresse hídrico e a água sempre vai participar de forma direta ou indireta no processo de metabolismo da planta (STEFANELLO et al., 2006). Quando as sementes são submetidas a potenciais muito

baixos, pode retardar os processos germinativos (BANSAL et al., 1980), em virtude desses fatos as sementes que conseguem resistir as variações de potencial hídrico são bem mais resistentes, com a capacidade de germinar onde determinadas espécies consideradas sensíveis não conseguiriam (BEWLEY e BLACK, 1994).

Em ambiente de laboratório a simulação do estresse hídrico pode ser feita com soluções aquosas de manitol e polietilenoglicol (PEG 6000). Segundo Villela et al. (1991) o polietilenoglicol (PEG 6000) é quimicamente inerte e não causa danos a semente, por isso se torna o agente osmótico mais utilizado para a simulação do estresse hídrico (BEWLEY e BLACK, 1994).

Trabalhando com sementes de *Mimosa caesalpinifolia* Benth Moura et al. (2011) utilizaram concentrações de NaCl e PEG 6000 para obter os potenciais de 0,0; -0,5; -1,0; -1,5 e -2,0 MPa e verificaram redução na germinação das sementes quando os potenciais osmóticos se tornaram mais negativos. De forma similar, Rego et al. (2011) avaliaram a germinação das sementes de *Anadenanthera colubrina* em condição de estresse hídrico simulado com soluções de PEG 6000, manitol e KCl com diferentes potenciais osmóticos (0,0; -0,6; -0,8; -1,0; -1,2 e -1,4 MPa) e constataram que nos tratamentos com PEG 6000 a porcentagem de germinação foi mais reduzida, tornando-se nula nos potenciais a partir de -1,2MPa.

Em trabalhos realizados com sementes de *Erythrina falcata* Pelegrini et al. (2013) relataram ausência de germinação em potencial de -0,4 MPa, enquanto a germinação de sementes de *Erythrina velutina* (REIS et al., 2012), *Dimorphandra gardneriana* (URSULINO et al., 2016), *Piptadenia moniliformis* (AZERÊDO et al., 2016), *Mimosa ophthalmocentra* (NOGUEIRA et al., 2017) e *Simira gardneriana* (OLIVEIRA et al., 2017) foi sensível ao estresse hídrico, uma vez que a mesma foi reduzida em potenciais mais negativos.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Local de Condução do Experimento**

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes (LAS) pertencente ao Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais (DFCA) do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), em Areia - PB. Os frutos de pau-brasil *C. echinata* foram colhidos em matrizes localizadas no CCA/UFPB e, em seguida, conduzidos até o LAS para o beneficiamento de forma manual, mediante abertura dos mesmos para extração das sementes.

#### **3.2. Estresse Hídrico**

Para simulação do estresse hídrico utilizou-se como soluto o polietilenoglicol (PEG 6000), cujas concentrações foram formuladas de acordo com as especificações de Vilela et al. (1991) para obtenção dos níveis de potenciais osmóticos -0,2; -0,4 e -0,6 MPa, o nível zero (0,0) corresponde a testemunha (controle), utilizando apenas água destilada para umedecer o substrato.

#### **3.3. Avaliações Realizadas**

##### **3.3.1. Teste de germinação**

O teste foi conduzido em germinadores do tipo *Biological Oxygen Demand* (B.O.D.) regulados nas temperaturas constantes de 25, 30 e 35 °C com fotoperíodo de 8/16 horas de luz e escuro, respectivamente, utilizando lâmpadas fluorescentes tipo luz do dia (4 x 20 W), utilizando-se 100 sementes divididas em quatro repetições de 25, tratadas com fungicida Captan<sup>®</sup> na proporção de 240g para 100 kg de sementes. Em seguida, essas sementes foram distribuídas sobre duas folhas de papel toalha (germitest), cobertas com uma terceira, organizadas em forma de rolo, cujo papel toalha foi umedecido com as soluções de PEG 6000 nos potenciais supracitados, com uma quantidade equivalente a 2,5 vezes o seu peso seco, sem adição posterior da solução, utilizou-se para a testemunha apenas água destilada. Os rolos foram acondicionados em sacos plásticos transparentes para evitar a perda de água

por evaporação e as avaliações foram realizadas diariamente, do terceiro até o décimo segundo dia após a semeadura, cujo critério utilizado foi o de plântulas normais, conforme descrições de Brasil (2009), com os resultados expressos em porcentagem.

### **3.3.2. Primeira contagem de germinação**

Determinado juntamente com o teste de germinação, mediante a contagem de plântulas normais no terceiro dia após a instalação do teste, sendo os resultados expressos em porcentagem.

### **3.3.3. Índice de velocidade de germinação**

Realizado mediante contagens diárias das sementes germinadas, no mesmo horário, durante 12 dias, sendo o índice calculado pela fórmula proposta por Maguire (1962), conforme a seguir:

$$IVG = \left( \frac{G_1}{N_1} + \frac{G_2}{N_2} + \dots + \frac{G_n}{N_n} \right)$$

Em que IVG = índice velocidade de germinação,  $G_1$ ,  $G_2$  e  $G_n$  = número de sementes germinadas na primeira, segunda e última contagem;  $N_1$ ,  $N_2$  e  $N_n$  = número de dias decorridos da semeadura à primeira, segunda e última contagem.

### **3.3.4 Comprimento e massa seca de raízes e parte aérea**

Ao final do teste de germinação, as plântulas normais de cada tratamento e repetição foram medidas (raiz e parte aérea) com auxílio de uma régua graduada em centímetros, com os resultados expressos em cm. Após as medições, as raízes e parte aérea das plântulas, sem suas folhas cotiledonares, foram colocadas em sacos de papel tipo Kraft e postas em estufa de secagem a 65 °C até seu peso constante (48 horas). Decorrido esse período as amostras foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,001g e os resultados expressos em g.

### **3.4. Delineamento Experimental e Análise Estatística**

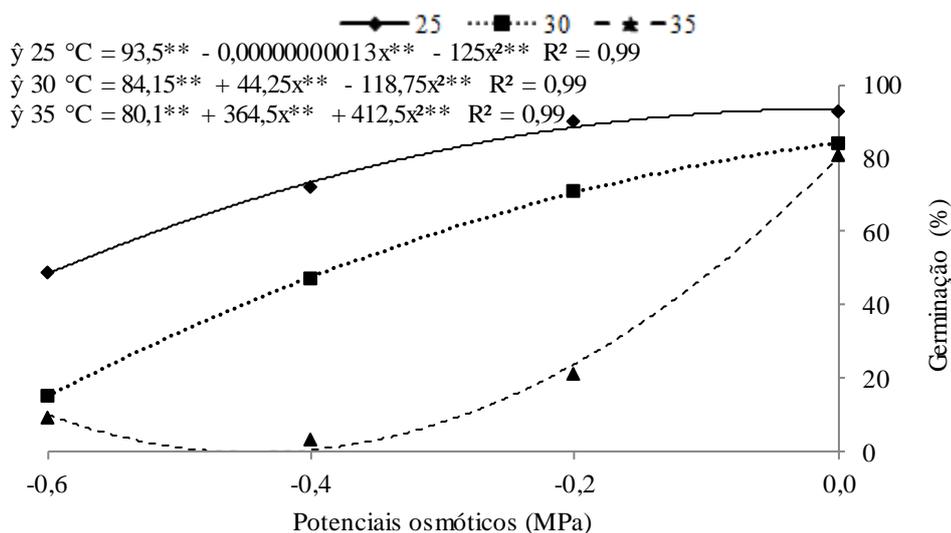
O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 4 x 3 (potenciais osmóticos e temperaturas), sendo os dados obtidos submetidos à análise de variância, utilizando-se o teste F ( $p \leq 0,05$ ) para comparação dos quadrados médios. Para os efeitos quantitativos foi realizada análise de regressão polinomial testando os modelos linear e quadrático e selecionando o de maior grau significativo.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base na Figura 1 ficou constatado que os potenciais hídricos avaliados influenciaram na germinação de sementes de *C. echinata* independentemente da temperatura. Na temperatura de 25 °C, a máxima germinação (93%) foi obtida no potencial osmótico (0,0), com decréscimo em potenciais hídricos mais negativos. Apesar disso, na referida temperatura, a germinação de sementes foi superior em todos os potenciais osmóticos quando comparada às temperaturas de 30 e 35 °C. A redução mais brusca na germinação foi observada em sementes submetidas à temperatura de 35 °C.

A redução na germinação das sementes submetidas ao estresse hídrico é fator resultante da atividade enzimática (SANTOS et al., 1992) e, para cada espécie, existe um valor crítico de potencial hídrico, onde em muitos casos a germinação não ocorre (CARVALHO, 2005).

Em diversos trabalhos com espécie da família Fabaceae os resultados foram similares. Segundo Silva et al. (2001), para *Bowdichia virgiloides* a germinação em concentrações a partir de -0,5 MPa de PEG 6000 reduziu demasiadamente de modo que em potenciais menores a exemplo de -0,9 MPa as sementes não germinaram.

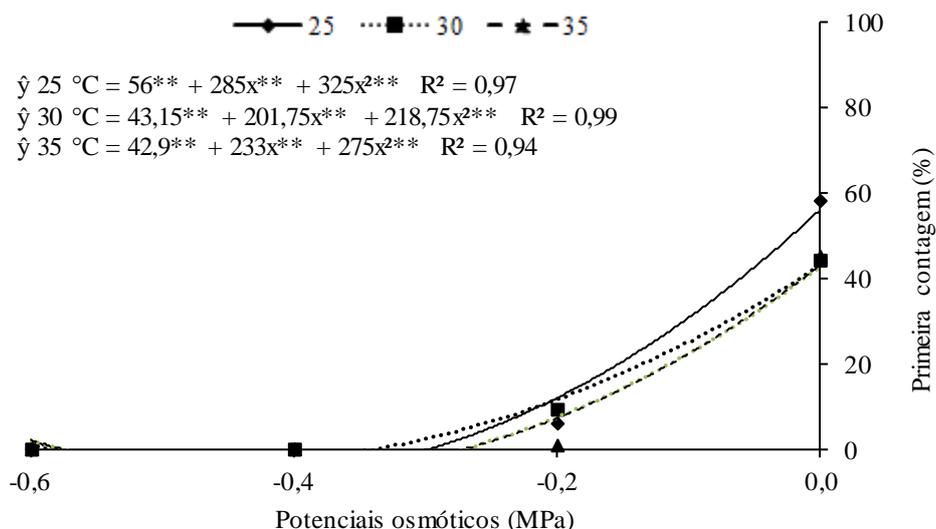


**Figura 1.** Porcentagem de germinação de sementes de *C. echinata* submetidas ao estresse hídrico em diferentes temperaturas. Areia - PB, 2017.

Com relação à primeira contagem de germinação (Figura 2) foi verificado que no potencial 0,0 os maiores valores em todas as temperaturas avaliadas, com destaque para a de 25 °C. Nos potenciais de -0,4 e -0,6 MPa não houve germinação nessa variação de vigor. Isso sugere sensibilidade das sementes de *C. echinata* ao estresse hídrico.

Um dos fatores que poderia explicar esta redução na germinação é o alto peso molecular do PEG 6000, que não é absorvido devido à alta viscosidade, mas somada à baixa taxa de difusão de O<sub>2</sub> pode comprometer a disponibilidade de oxigênio para as sementes durante o processo germinativo (BRACCINI et al., 1996).

Em trabalhos realizados com sementes de *E. falcata* Pelegrini et al. (2013) relataram ausência de germinação em potencial de -0,4 MPa, enquanto a germinação de sementes de *E. velutina* (REIS et al, 2012), *D. gardneriana* (URSULINO et al., 2016) foi sensível ao estresse hídrico, uma vez que a mesma foi reduzida em potenciais mais negativos.

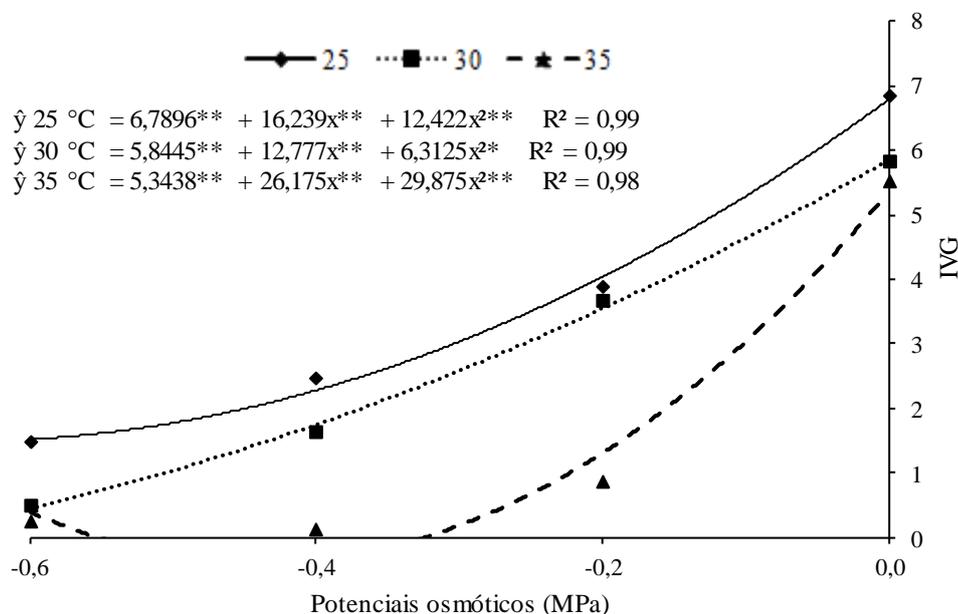


**Figura 2.** Primeira contagem de germinação de sementes de *C. echinata* submetidas ao estresse hídrico em diferentes temperaturas. Areia - PB, 2017.

Pelos dados da Figura 3 observou-se que o índice de velocidade de germinação reduziu à medida que os potenciais osmóticos se tornaram mais negativos. Assim como observado para a germinação e primeira contagem, na temperatura de 25 °C verificou-se no maior potencial osmótico os valores máximos de IVG. Dessa forma, constata-se que o estresse hídrico tem capacidade não apenas de reduzir a porcentagem como também a

velocidade de germinação, obtendo diferentes resultados (BEWLEY e BLACK, 1994; CARVALHO e NAKAGAWA, 2012).

Os resultados obtidos por Moura et al. (2011) avaliando sementes de *Mimosa caesalpiniiifolia*, evidenciaram que o índice de velocidade de germinação também foi muito afetado negativamente pela diminuição do nível de potencial osmótico. Rego et al. (2011), submetendo sementes de angico a diferentes potenciais osmóticos induzidos pelo PEG 6000, obtiveram reduções a partir do potencial de -0,6 MPa. Nas sementes de angico, o tratamento controle proporcionou maior índice de velocidade os menores valores foram constatados nos potenciais osmóticos mais negativos, -1,2 MPa de NaCl e -0,8 MPa de PEG (SANTOS et al., 2016).

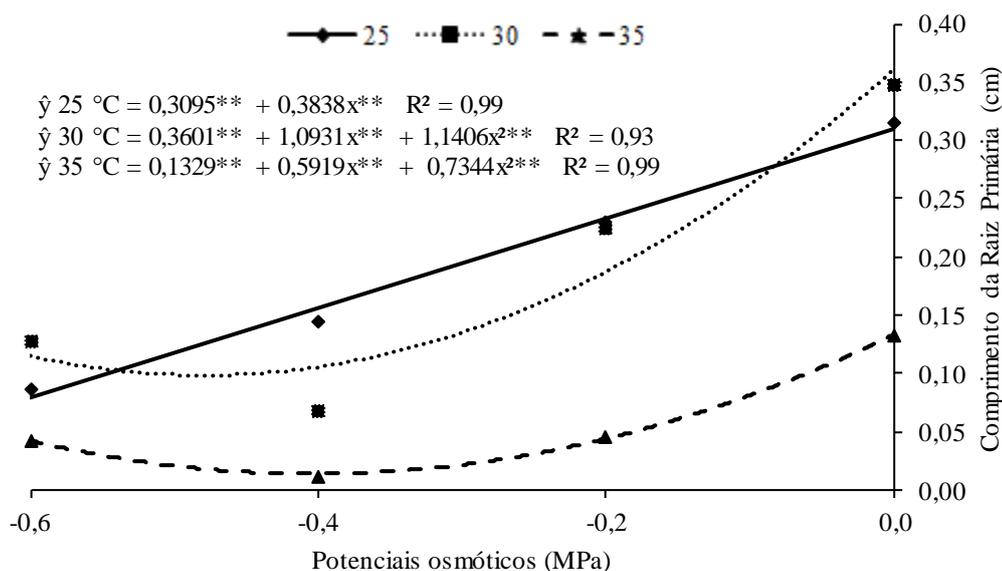


**Figura 3.** Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *C. echinata* submetidas ao estresse hídrico em diferentes temperaturas. Areia - PB, 2017.

Com relação ao comprimento de raízes de plântulas de *C. echinata* (Figura 4), o maior valor foi constatado no nível 0,0 (controle) na temperatura de 30 °C. Para todas temperaturas avaliadas, houve um decréscimo no comprimento de raízes com a diminuição do potencial hídrico até -0,4 MPa, destacando-se a temperatura de 35 °C, onde foram digeridos os menores valores. Taiz e Zeiger (2009) relataram que a redução no crescimento radicular pode ocorrer devido a diminuição da expansão celular, fazendo com que a mesma

não se desenvolva. Segundo Ávila et al. (2007), este efeito se deve ao fato de que plantas submetidas ao estresse hídrico tem maior desenvolvimento do sistema radicular para poder melhorar sua capacidade de absorção de água.

Para o comprimento da raiz primária de plântulas de *M. ophthalmocentra* (NOGUEIRA et al., 2017) e *S. gardneriana* (OLIVEIRA et al., 2017) também foram verificadas reduções a medida que a restrição hídrica ficou mais severa.

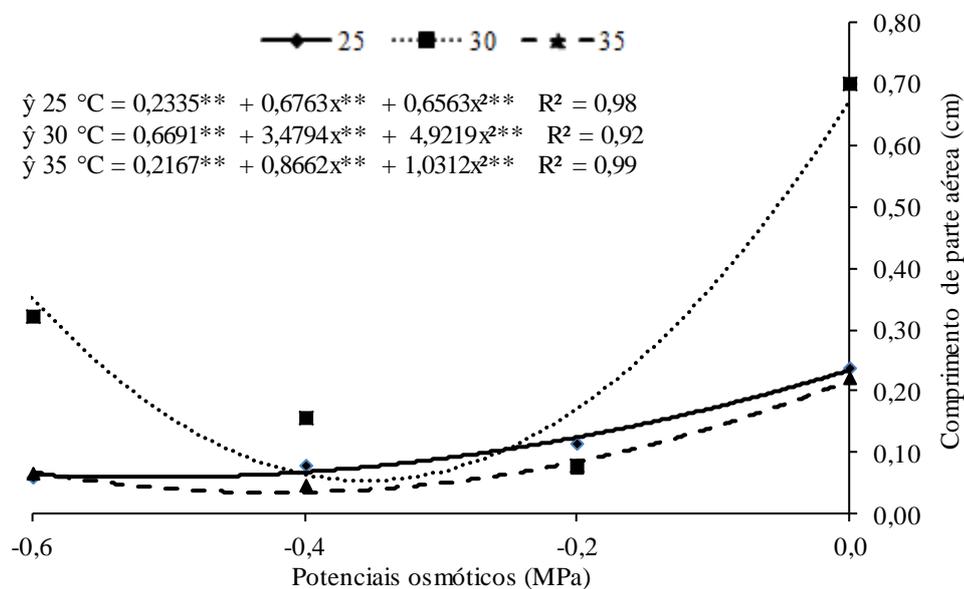


**Figura 4.** Comprimento de raiz primária de plântulas de *C. echinata* oriundas de sementes submetidas ao estresse hídrico em diferentes temperaturas. Areia - PB, 2017.

Para o comprimento da parte aérea das plântulas de *C. echinata* (Figura 5) constata-se que a temperatura de 30 °C se sobressaiu no potencial 0,0 (controle), entretanto nos demais potenciais houve uma redução à medida que os potenciais se tornaram mais negativos e na temperatura de 25 e 35 °C verificou-se decréscimo significativo à medida que os potenciais se tornaram mais negativos. Dados semelhantes foram obtidos com outras espécies da família Fabacea, em que para *D. gardneriana* (URSULINO et al., 2016) e *M. ophthalmocentra* (NOGUEIRA et al., 2017) foram verificadas reduções no comprimento à medida que o potencial hídrico ficou mais negativo.

As diferenças no comprimento podem ser explicadas devido a condições necessárias à germinação, de forma que as sementes vigorosas originam plântulas com maior

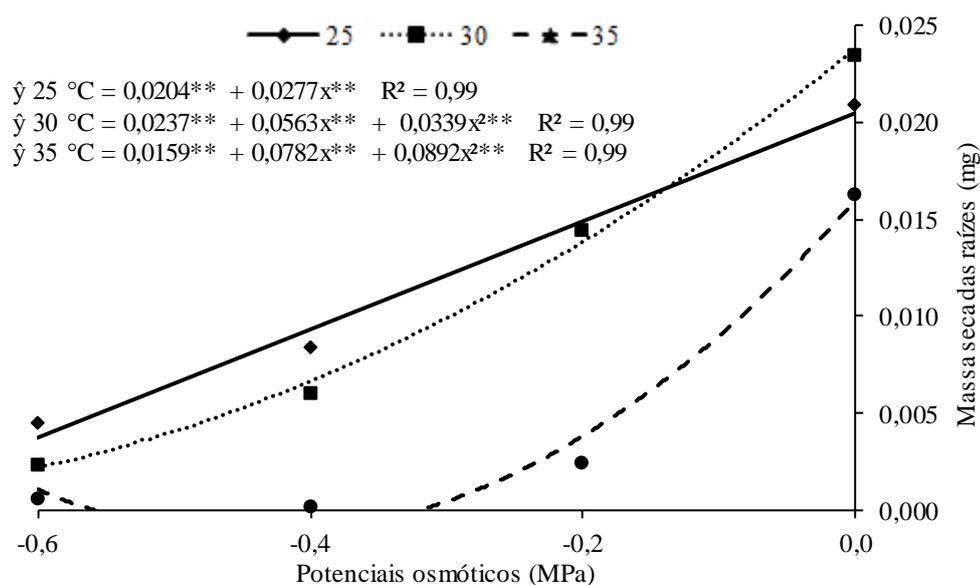
taxa de crescimento, em função da maior capacidade de transformação do suprimento de reservas dos tecidos de armazenamento e maior incorporação destes pelo eixo embrionário (NAKAGAWA, 1999).



**Figura 5.** Comprimento de parte aérea de plântulas de *C. echinata* oriundas de sementes submetidas ao estresse hídrico em diferentes temperaturas. Areia - PB, 2017.

Na Figura 6 encontra-se os resultados para a massa seca das raízes das plântulas de *C. echinata* o qual evidencia maiores resultados de massa seca no potencial 0,0 em todas as temperaturas, com posterior decréscimo nos demais potenciais hídricos. Na temperatura mais baixa de 25 °C podemos observar que houve redução linear nas sementes de *C. echinata* quando comparados ao controle. Pode-se assumir que esta temperatura favorece o vigor das sementes até o potencial de -0,2 MPa sem maiores prejuízos.

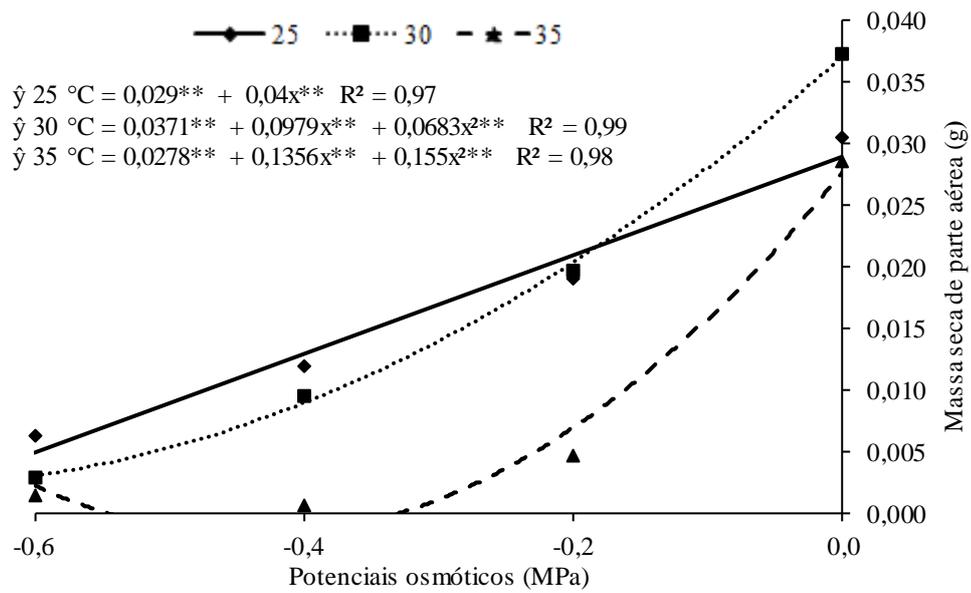
De forma semelhante, o conteúdo de massa seca das raízes de plântulas de *P. moniliformis* (AZERÊDO et al., 2016) e *S. gardneriana* (OLIVEIRA et al., 2017) também foi reduzido a medida que os potenciais osmóticos das soluções ficaram mais negativos.



**Figura 6.** Massa seca das raízes de plântulas de *C. echinata* oriundas de sementes submetidas ao estresse hídrico em diferentes temperaturas. Areia - PB, 2017.

Com relação à massa seca da parte aérea das plântulas de *C. echinata* (Figura 7) na temperatura de 25 °C foi constatado um ajuste linear havendo decréscimos à medida que o potencial se tornou mais negativo. Na temperatura de 30 °C, no potencial 0,0 (controle) foi obtido o maior valor, sendo que em potenciais inferiores a -0,2MPa foram estimados menores valores em comparação as da temperatura de 25 °C. O decréscimo mais intenso foi observado na temperatura de 35 °C entre os potenciais 0,0 (controle) e -0,2 MPa. O déficit hídrico ocasionou uma diminuição na absorção de água pelas sementes, influenciando negativamente no seu desempenho germinativo, e consequentemente, no crescimento expresso pela massa seca da parte aérea.

A baixa disponibilidade da água reduz a velocidade dos processos fisiológicos e bioquímicos fazendo com que essas plântulas nessas condições de estresse possam ter um menor desenvolvimento, consequentemente, um menor comprimento das plântulas e um menor acúmulo de massa seca (SÁ, 1987). Para Custódio et al. (2009) o manitol para simular o estresse hídrico reduziu a massa seca de parte aérea de plântulas de feijão.



**Figura 7.** Massa seca de parte aérea de plântulas de *C. echinata* oriundas de sementes submetidas ao estresse hídrico em diferentes temperaturas. Areia - PB, 2017.

## 5. CONCLUSÕES

A germinação de pau-brasil (*Caesalpinia echinata*) é menos inibida nas temperaturas de 25 e 35 °C até o potencial de -0,2 MPa;

A redução do potencial osmótico influencia negativamente o vigor das sementes de *C. echinata* nas três temperaturas avaliadas (25, 30, 35 °C).

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, F.F.A. Fenologia do pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.) em Moji-Guaçu, SP. **Ecosistema**, v.26, n.1, p.107-112, 2001.

AGUIAR, F.F.A.; AOKI, H. Regiões de ocorrência natural do pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.). In: **CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO**, 4., 1982, **Anais...** Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1983. p.1-5.

ALMEIDA, J.P.N.; PINHEIRO, C.L.; LESSA, B.F.T.; GOMES, F.M.; MEDEIROS FILHO, S. Estresse hídrico e massa de sementes na germinação e crescimento de plântulas de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith. **Revista Ciência Agronômica**, v.45, n.4, p.777-787, 2014.

AVILA, M.R.; BRACCINI, A.L.; SCAPIN, C.A.; FAGLIARI, J.R.; SANTOS, J.L. Influência do estresse hídrico simulado com manitol na germinação de sementes e crescimento de plântulas de canola. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.1, p.98-106, 2007.

AZERÊDO, G.A.; PAULA, R.C.; VALERI, S.V. Germinação de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. sob estresse hídrico. **Ciência Florestal**, v.26, n.1, p.193-202, 2016.

BANSAL, R.P.; BHATI, P.R.; SEM, D.N. Differential specificity in water inhibition of Indian arid zone. **Biologia Plantarum**, v.22, n.2, p.327-331, 1980.

BARBEDO, C.J.; BILIA, D.A.C.; FIGUEIREDO-RIBEIRO, R.C.L. Tolerância à dessecação e armazenamento de sementes de *Caesalpinia echinata* Lam. (pau-brasil), espécie da Mata Atlântica. **Revista Brasileira de Botânica**, v.25, n.4, p.431-439, 2002.

BARBERO, A.P.P.; BARROS, F.; SILVA, E.A.; SUZUKI, R.M. Influência do déficit hídrico na germinação de sementes e no desenvolvimento inicial de três espécies de *Pleurothallidinae* (Orchidaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, v.34, n.4, p.593-601, 2011.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Prenum Press, 1994. 445p.

BORGES, I.F.; NETO, J.D.G.; BILIA, D.A.C.; RIBEIRO, R.C.L.F.R.; BARBEDO, C.J. Maturation of seeds of *Caesalpinia echinata* Lam. (Brazilwood), an endangered leguminous tree from the Brazilian Atlantic forest. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.48, n.6, p.851-861, 2005.

BRACCINI, A.L.; HA RUIZ, M.C.L.; BRACCINI, M.S.R. Germinação e vigor de sementes de soja sob estresse hídrico induzido por soluções de cloreto de sódio, manitol e polietilenoglicol. **Revista Brasileira de Sementes**, v.18, n.1, p.10-16, 1996.

BRADFORD, K.J. A water relations analysis of seed germination rates. **Plant Physiology**, v.94, n.3, p.840-849, 1990.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395p.

CARVALHO, C.J.R. Respostas de plantas de *Schizolobium amazonicum* [*S. parahybavar. amazonicum*] e *Schizolobium parahyba* [*Schizolobium parahybum*] à deficiência hídrica. **Revista Árvore**, v.29, n.6, p.907-914, 2005.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.

CARVALHO, P.E. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informações Tecnológicas; Colombo, Embrapa Florestas, 2003. p.719-725.

CARVALHO, P.E.R. *Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze- jequitibá-branco, In: CARVALHO, P.E.R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: CNPF/EMBRAPA, 1994.p.129-134.

CASTRO, R.D.; BRADFORD, K.J.; HILHORST, H.W.M. Embebição e reativação do metabolismo. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (Org.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.149-162.

CUNHA, M.W.; LIMA, H.C.L. **Viagem à terra do pau-brasil**. Agência Brasileira de Cultura, Rio de Janeiro. 1992. p.23.38.

CUSTÓDIO, C.C.; SALOMÃO, G.R.; MACHADO NETO, N.B. Estresse hídrico na germinação e vigor de sementes de feijão submetidas a diferentes soluções osmóticas. **Revista Ciência Agronômica**, v.40, n.4, p.617-623, 2009.

DUTRA, R.C. Fenologia de dez espécies arbóreas nativas do cerrado de Brasília, DF. **Brasil Florestal**, v.62, n.1, p.23-41, 1987.

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

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2006. 531p.

LEÃO, N.V.; BARROS, L.P.; GOMES, J.I. **Pau-brasil *Caesalpinia echinata* Lam.** Árvore Nacional lei n. 6.067 de 7 de dezembro de 1978. Embrapa Amazônia Oriental-Folderes/Cartilhas (INFOTECA-E), 2001.

LIMA, H.C. Aspectos botânicos do pau-brasil. In: CUNHA, M.W.; LIMA, E.H.C. (eds.). **Viagem a terra do pau-brasil**. Rio de Janeiro: Agência Brasileira de Cultura, 1992. p.23-38.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 4.ed. Nova Odessa: Plantarum, 2002. 368p.

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

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2015. 659 p.

MAYER, A.M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. Great Britain: Pergamon Press, 1989. 270p.

MORAES, N.; FREITAS, G.A.; MENEZES, L. Desempenho de sementes de soja sob condições diferentes de potencial osmótico. **Ciência Rural**, v.33, n.2, p.219-226, 2003.

MOURA, M.R.; LIMA, R.P.; FARIAS, S.G.G.; ALVES, R.A.; SILVA, R.B. Efeito do estresse hídrico e do cloreto de sódio na germinação de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.

**Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.6, n.2, p.230-235, 2011.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap.2, p.1-24.

NOGUEIRA, N.W.; TORRES, S.B.; FREITAS, R.M.O.; CASTRO, T.H.S.; SÁ, F.V.S. Jurema-de-embira' seed germination under water stress and at different temperatures. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.21, n.4, p.244-248, 2017.

OLIVEIRA, A.B.; GOMES-FILHO, E. Germinação e vigor de sementes de sorgo forrageiro sob estresse hídrico e salino. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.3, p.48-56, 2009.

OLIVEIRA, F.N.; OLIVEIRA, J.R.; TORRES, S.B.; FREITAS, R.M.O.; NOGUEIRA, N.W. Germination and initial development of *Simira gardneriana* seedling under water stress and at different temperatures. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.21, n.5, p. 333-338, 2017.

PELEGRINI, L.L.; BORCIONI, E.; NOGUEIRA, A.C.; KOEHLER, H.S.; QUOIRIN, M.G.G. Efeito do estresse hídrico simulado com NaCl, manitol e PEG (6000) na germinação de sementes de *Erythrina falcata* Benth. **Ciência Florestal**, v.23, n.2, p.511-519, 2013.

PIMENTEL, M.F.; CHRISTIFIDES, D; PEREIRA, J.F.S. Recursos hídricos no cerrado In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO. n.4, 1977, Belo Horizonte, BH. **Anais...** São Paulo, SP: Ed. Itatiaia EDUSP. 1977. p.121-159.

REGO, S.S.; FERREIRA, M.M.; NOGUEIRA, A.C.; GROSSI, F.; SOUSA, R.K.; BRONDANI, G.E.; ARAÚJO, M.A.; SILVA, A.L.L. Estresse hídrico e salino na germinação de sementes de *Anadenanthera colubrina* (Velloso) Brenan. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v.2, n.4, p.37-42, 2011.

REIS; R.C.R.; DANTAS, B.F; PELACANI, C.R. Mobilization of reserves and germination of seeds of *Erythrina velutina* Willd. (Leguminosae - Papilionoideae) under different osmotic potential. **Revista Brasileira de Sementes**, v.34, n.4, p.580-588, 2012.

RIZZO, J.A.; CENTENO, A.J.; LOUSA, J.S.; FILGUEIRAS, T.S. Levantamentos de dados de áreas de cerrado e da floresta caducifolia tropical do planalto centro-oeste. In: SIMPÓSIO SOBRE CERRADO, n.3, 1971, São Paulo, SP. **Anais...** São Paulo, SP: EDUSP, Edgar Blucher, 1971. p.103-109.

ROCHA, Y.T. **Ibirapitanga**: história, distribuição geográfica e conservação do pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam., Leguminosae) do descobrimento à atualidade. 2004. 313p.

ROCHA, Y.T.; BARBEDO, A.S.C. Pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam., Leguminosae) na arborização urbana de São Paulo (SP), Rio de Janeiro (RJ) e Recife (PE). **Revista SBAU**, v.3, n.2, p.58-77, 2008.

ROSA, L.S.D., FELIPPI, M., NOGUEIRA, A.C.; GROSSI, F. Avaliação da germinação sob diferentes potenciais osmóticos e caracterização morfológica da semente e plântula de *Ateleia glazioviana* Baill (timbó). **Cerne**, v.11, n.3, p.306-314, 2005.

SÁ, M.E. **Relações entre qualidade fisiológica, disponibilidade hídrica e desempenho de sementes de soja** (*Glycine max* (L.) Merrill). 1987. 147f. Tese de Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1987.

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

SANTOS, R.F.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológicos e fisiológicos das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.2, n.3, p.287-294, 1998.

SANTOS, V.L.M.; CALIL, A.C.; RUIZ, H.A.; ALVARENGA, E.M.; SANTOS, C.M. Efeito do estresse salino e hídrico na germinação e vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.14, n.2, p.189-194, 1992.

SILVA, L.M.M.; AGUIAR, I.B.; RODRIGUES, T.J.D. Seed germination of *Bowdichia virgilioides* Kunth., under water stress. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.5, n.1, p.115-118, 2001.

- SOUSA, G.M.; CARDOSO, V.J.M. Effects of different environmental stress on seed germination. **Seed Science and Technology**, v.28, n.3, p.621-630, 2000.
- SOUZA, H.M. O pau-brasil. **O Estado de São Paulo**, n.1386, p.6, 12 de fev. 1982. (Suplemento Agrícola).
- STEFANELLO, R.; GARCIA, D.C.; MENEZES, N.L.; MUNIZ, M.F.B.; WRASSE, C.F. Efeito da luz, temperatura e estresse hídrico no potencial fisiológico de sementes de funcho. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.2, p.135-141, 2006.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.
- TAYLOR, A.G.; HARMAN, G.E. Concepts and technologies of selected seed treatments. **Annual Review Phytopathology**, v.28, n.1, p.321-339, 1990.
- URSULINO, M.M.; COSTA, M.P.S.D.; MEDEIROS, J.G.F.; ALVES, E.U.; ARAÚJO, P.C.; BRUNO, R.L.A.; ARAÚJO, L.R. Seed viability of *Dimorphandra gardneriana* subject to water stress in different temperatures. **Ciência Rural**, v.46, n.12, p.2090-2095, 2016.
- VILLELA, F.A.; DONI FILHO, L.; SIQUEIRA, E.L. Tabela do potencial osmótico em função da concentração de polietilenoglicol 6000 e da temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.26, n.11/12, p.1957-1968, 1991.