

## ESTRESSE SALINO E HÍDRICO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE GARAPA (*Apuleia leiocarpa* (VOGEL.) J. F. Macbr.)

Cristiani Spadeto<sup>1</sup>, José Carlos Lopes<sup>2</sup>, Liana Hilda Golin Mengarda<sup>3</sup>, Miele Tallon Matheus<sup>4</sup>, Paula Mauri Bernardes<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal (PPGPV), Centro de Ciências Agrárias (CCA), Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Alegre, ES, Brasil (crisspadeto@hotmail.com)

<sup>2</sup>Professor do Departamento de Produção Vegetal, CCA, UFES

<sup>3</sup>Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal (PPGPV), CCA, UFES

<sup>4</sup>Professor do Departamento de Engenharia Florestal, CCA, UFES – Brasil.

Recebido em: 04/05/2012 – Aprovado em: 15/06/2012 – Publicado em: 30/06/2012

### RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar a germinação de sementes de *Apuleia leiocarpa* em condições de estresse salino e hídrico. As sementes foram escarificadas com ácido sulfúrico por 20 minutos, lavadas em água corrente e tratadas com hipoclorito de sódio 1% e fungicida Captan 50 g L<sup>-1</sup>. Para o estudo da germinação sob estresse salino e hídrico, as sementes foram colocadas para germinar em placas de Petri forradas com papel germitest<sup>®</sup>, umedecido com soluções de PEG6000 e NaCl nos potenciais osmóticos: 0,0 (testemunha), -0,4, -0,8, -1,2 e -1,6 MPa. Posteriormente as placas foram mantidas em câmara de germinação do tipo BOD sob temperatura de 30 °C, e luz constante. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições de 25 sementes. Foram avaliados porcentagem de germinação, o índice de velocidade de germinação, a frequência relativa de germinação, plântulas normais e anormais, comprimento da parte aérea e radicular e a massa fresca e seca das plântulas. Os estresses salino e hídrico influenciaram negativamente o desenvolvimento das plântulas, reduzindo linearmente a porcentagem e a velocidade de germinação, o comprimento e a biomassa das plântulas.

**PALAVAS-CHAVE:** Leguminosae, NaCl, PEG 6000, potencial osmótico, vigor.

### SALT AND WATER STRESS ON THE GERMINATION OF GARAPA SEEDS (*Apuleia leiocarpa* (VOGEL.) J. F. Macbr.)

#### ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the germination of *Apuleia leiocarpa* seeds in salt and water stress. The seeds were scarified with sulfuric acid for 20 minutes, washed in water and treated with 1% sodium hypochlorite and fungicide Captan 50 g L<sup>-1</sup>. For the study of germination under salt and water stress, seeds were germinated in Petri dishes lined with paper germitest<sup>®</sup> moistened with solutions of PEG6000 and NaCl in the osmotic potential: 0.0 (control), -0.4, -0.8, -1.2 and -1.6 MPa. Subsequently the dishes were maintained in a germination chamber type BOD at a temperature of 30 °C and constant light. The experimental design was completely randomized with four replications of 25 seeds. Were evaluated the germination, speed germination, the relative frequency of germination, normal and abnormal

seedlings, root and shoot length, fresh and dry weight of seedlings. The salt and water stress decreased the development of seedlings, reducing linearly the speed and the germination index and seedlings length and weight.

**KEYWORDS:** Leguminosae, NaCl, PEG 6000, osmotic potential, vigor.

## INTRODUÇÃO

A *Apuleia leiocarpa* (Vogel.) J.F. Macbr., conhecida popularmente como grápia, muirajuba, garapiá, garapa ou amarelão, é uma espécie arbórea, decídua, heliófita ou de luz difusa, de floresta clímax, da família Leguminosae – Caesalpinoideae, com 25 a 35 m de altura e 60 a 90 cm de diâmetro. Sua ocorrência vai do estado do Pará até o Rio Grande do Sul. Apresenta madeira moderadamente pesada e de longa durabilidade, empregada em marcenaria, esquadrias, carrocerias, trabalhos em torno e para a construção civil, como vigas, ripas, caibros, tabuas e tacos (LORENZI, 2008).

A garapa, assim como as demais espécies florestais, está sujeita a condições adversas no campo, podendo apresentar fatores limitantes ao seu desenvolvimento, sendo a salinização e o déficit hídrico dos solos dois desses fatores.

A salinização dos solos ocorre com o acúmulo de determinadas espécies iônicas, sendo o Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup> os íons mais frequentes, considerados os principais a prejudicar o metabolismo das plantas, uma vez que a predominância desses íons no meio de crescimento radicular pode causar toxidez quando eles se acumulam nos tecidos vegetais, e acarretar mudanças na capacidade da planta em absorver, transportar e utilizar os íons necessários ao seu crescimento (NOBRE et al., 2010).

Para determinar a tolerância de sementes aos sais, os métodos mais empregados têm sido a porcentagem de germinação e os testes de vigor, sob condições salinas, através do uso de soluções osmóticas em laboratório. Essas avaliações são importantes para estimar o potencial das sementes no campo, em ambientes salinos (FARIAS et al., 2009).

O fornecimento de água é uma das condições essenciais para que uma semente não dormente e viável inicie a germinação e se desenvolva (CASTRO et al., 2004; BRASIL, 2009). O período germinativo é crítico para a sobrevivência das espécies florestais, principalmente nos locais onde a disponibilidade de água é limitada durante um período do ano (BRAGA et al., 2009).

A germinação se inicia com a absorção de água por embebição, porém, há necessidade de que a semente alcance um nível adequado de hidratação que permita a reativação dos seus processos metabólicos (BEWLEY & BLACK, 1994; BRAGA et al., 2009). Neste aspecto, o déficit hídrico geralmente contribui para a diminuição da velocidade e porcentagem de germinação das sementes, sendo que para cada espécie existe um valor de potencial hídrico no solo, abaixo do qual a germinação não ocorre (ÁVILA et al., 2007). A capacidade das sementes de algumas espécies em germinar sob condições de estresse hídrico confere vantagens ecológicas em relação a outras que são sensíveis à seca (ROSA et al., 2005).

O polietileno glicol 6000 (PEG 6000) tem simulado satisfatoriamente baixos potenciais de água, sem ser absorvido pelas sementes, e, por isso, vem sendo amplamente utilizado em laboratório, por ser um composto químico não tóxico (VILLELA et al., 1991; HARDEGREE & EMMERICH, 1994).

O comportamento da germinação sob efeito dos estresses salino e hídrico em espécies florestais tem sido estudado em diversas espécies como em *Ceiba speciosa* (FANTI et al., 2004); *Cnidoscylus juercifolius* (SILVA et al., 2005); *Moringa*

*oleifera* (BENEDITO et al., 2008); *Mimosa caesalpiniaefolia* (RIBEIRO et al., 2008); *Schizolobium amazonicum* (BRAGA et al., 2008); *Zizyphus joazeiro* (LIMA & TORRES, 2009) e com sementes de *Anadenanthera colubrina* (REGO et al., 2011). Entretanto, para a garapa, *A. leiocarpa*, espécie florestal com múltiplos usos e de relevante interesse ambiental, pouco se conhece sobre aspectos relacionados à tolerância ao estresse por suas sementes. Desse modo, objetivou-se com este trabalho estudar a influência do estresse salino e hídrico na germinação de sementes e no desenvolvimento de plântulas de *Apuleia leiocarpa*.

## MATERIAL E MÉTODOS

As sementes de *Apuleia leiocarpa* (VOGEL.) J. F. Macbr.) utilizadas neste trabalho foram coletadas de uma árvore matriz localizada no município de Jerônimo Monteiro – ES (20°48'11"S e 41°21'49"W), em março de 2012. Após a coleta dos frutos, as sementes foram beneficiadas manualmente, secas à sombra e enviadas para o Laboratório de Tecnologia e Análise de Sementes do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), em Alegre-ES, para condução dos estudos.

As sementes, por apresentarem tegumento duro foram submetidas à escarificação química com ácido sulfúrico (98%) durante 20 minutos, sendo posteriormente lavadas em água corrente e enxaguadas com água destilada por três vezes consecutivas. A assepsia das sementes foi feita através da imersão em hipoclorito de sódio na concentração de 1% por 10 minutos, sendo em seguida lavadas novamente em água destilada, e imersas em solução de Captana (Pó molhável, 50 g L<sup>-1</sup>) por aproximadamente 30 segundos. Posteriormente, foram submetidas ao estresse salino utilizando-se solução de cloreto de sódio (NaCl), e sob estresse hídrico com solução de polietilenoglicol 6000 (PEG 6000 - Proquímios), sob diferentes potenciais osmóticos: 0,0 (testemunha), -0,4, -0,8, -1,2 e -1,6 MPa. As soluções de NaCl foram preparadas a partir da equação de VAN'T HOFF, citada por BRAGA et al. (1999) e, de PEG 6000, de acordo com as especificações de VILLELA et al. (1991).

As sementes foram dispostas em placas de Petri forradas com papel germitest<sup>®</sup> umedecido com as soluções nas concentrações especificadas nos tratamentos das sementes, com volume equivalente a 3,0 vezes o peso do papel seco (BRASIL, 2009). Posteriormente as placas de Petri foram mantidas em câmara de germinação do tipo BOD, sob temperatura de 30 °C (JOSÉ et al., 2011), sob luz constante. Foram avaliados: **teor de água** – foi determinado utilizando-se três repetições de 25 sementes, que foram pesadas em balança com precisão de 0,0001 g, em seguida colocadas em estufa a 105±3 °C, durante 24 horas (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem média (BU); **germinação** – o teste de germinação foi conduzido com as avaliações feitas diariamente, computando-se a porcentagem de plântulas normais no final do teste, ou seja, aquelas que apresentavam todas as estruturas essenciais perfeitas (BRASIL, 2009). Os testes foram concluídos quando a germinação das sementes se apresentava constante; **primeira contagem de germinação** – foi determinada de acordo com os cálculos da frequência, velocidade e porcentagem de germinação das sementes; **índice de velocidade de germinação (IVG)** – foi conduzido concomitante com o teste de germinação, computando-se diariamente o número de sementes que apresentaram

protrusão da raiz primária com dimensão  $\geq 2$  mm, calculado de acordo com a fórmula de MAGUIRE (1962), em que.

$$IVG = (G1/N1) + (G2/N2 + \dots + (Gn/Nn), \text{ onde:}$$

IVG = índice de velocidade de germinação;

G1, G2, ..., Gn = número de plântulas computadas na primeira, segunda e última contagem de germinação;

N1, N2, ..., Nn = número de dias transcorridos da semente à primeira, segunda e última contagem de germinação; **frequência relativa de germinação** – foi calculada a partir dos dados de germinação diária, em função do tempo de incubação (LABOURIAU & VALADARES, 1976); **comprimento da raiz e da parte aérea** – foram avaliados aos 15 dias após a semente, medindo-se as plântulas normais da extremidade da raiz ao coleto para obtenção do comprimento radicular e do coleto ao ápice da parte aérea para obtenção do comprimento da parte aérea, com o auxílio de uma régua graduada em mm; **massa fresca das plântulas** – foi determinada nas plântulas normais realizada após a conclusão do teste, com os cotilédones, após 15 dias. O peso foi obtido em balança analítica e, os resultados expressos em grama plântula<sup>-1</sup>; **massa seca das plântulas** – as plântulas normais foram acondicionadas em sacos de papel e levadas à estufa a temperatura de 80 °C, até atingirem massa constante (72 horas), e decorrido esse período, as amostras foram pesadas em balança analítica e, os resultados expressos em grama plântula<sup>-1</sup>.

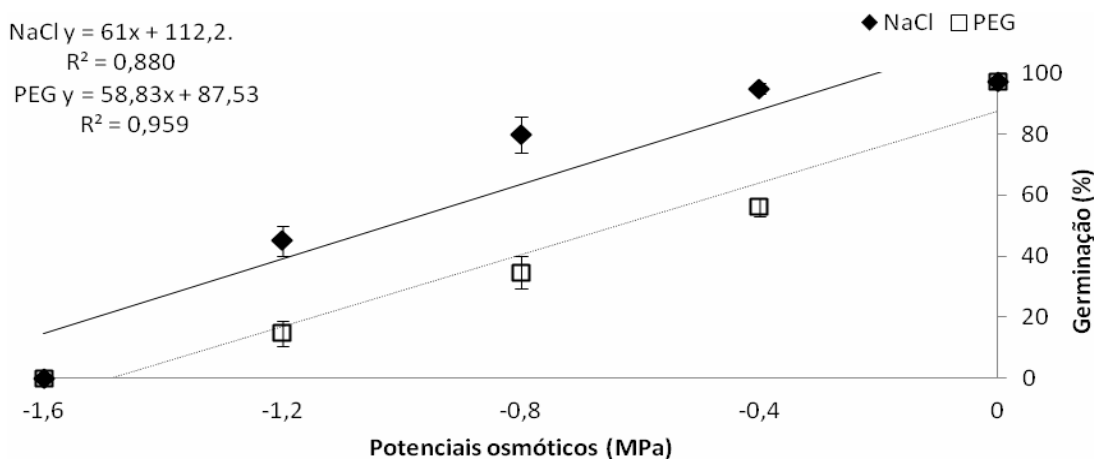
O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições de 25 sementes. Foram ajustadas equações de regressão das características avaliadas como variáveis dependentes dos níveis de estresse.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de água inicial das sementes, após o beneficiamento, desidratação à sombra e armazenamento em geladeira a  $3 \pm 1$  °C, por 16 dias, antes do início da condução dos trabalhos foi de 7,4%. O teste de germinação conduzido a 30 °C, com as sementes escarificadas apresentou média de 98%, enquanto sementes não escarificadas não apresentaram germinação, sugerindo que as sementes desta espécie são dormentes, necessitando de escarificação, e estimuladas a germinar sob temperaturas mais elevadas. O início da germinação ocorreu após 72 horas, quando as sementes foram escarificadas, concordando com JOSÉ et al. (2011), que as sementes de *A. leiocarpa* sejam escarificadas e colocadas para germinar a 30 °C.

Os estresses salino e hídrico provocaram decréscimos significativos na porcentagem de germinação das sementes de *A. leiocarpa* (Figura 1). Para a solução de PEG a redução iniciou-se com um potencial osmótico de -0,4 MPa, passando a apresentar germinação nula em solução de -1,6 MPa. Segundo ROSA et al. (2005), o PEG controla a absorção de água pelos tecidos da semente, impedindo ou dificultando o início do processo germinativo. A porcentagem de germinação observada em solução de NaCl, no entanto, manteve-se elevada (próxima a 100%) até o potencial de -0,4 MPa, não diferindo significativamente do controle. Entretanto, a redução no potencial osmótico da solução a partir de -0,8 MPa determinou decréscimo gradativo da germinação, alcançando um valor nulo quando a solução apresentava potencial osmótico de -1,6 MPa. Resultados similares foram verificados por HENICKA et al. (2006), que não encontraram diferenças significativas na porcentagem de germinação de sementes desta mesma espécie quando mantidas em solução salina nos potenciais de 0,0; -0,1; -0,2; -0,3 e -0,4 MPa. Em sementes de *Jatropha curcas* a partir de -1,2 MPa houve inibição da germinação (PEREIRA & LOPES, 2011).

Verificou-se que as sementes de *A. leiocarpa* tiveram sua capacidade germinativa mais afetada pelo PEG 6000 do que por NaCl (Figura 1). O mesmo foi observado por FARIAS et al. (2009) ao trabalharem com sementes de glicíndia (*Gliricidia sepium* (JACQ.) STEUD.).



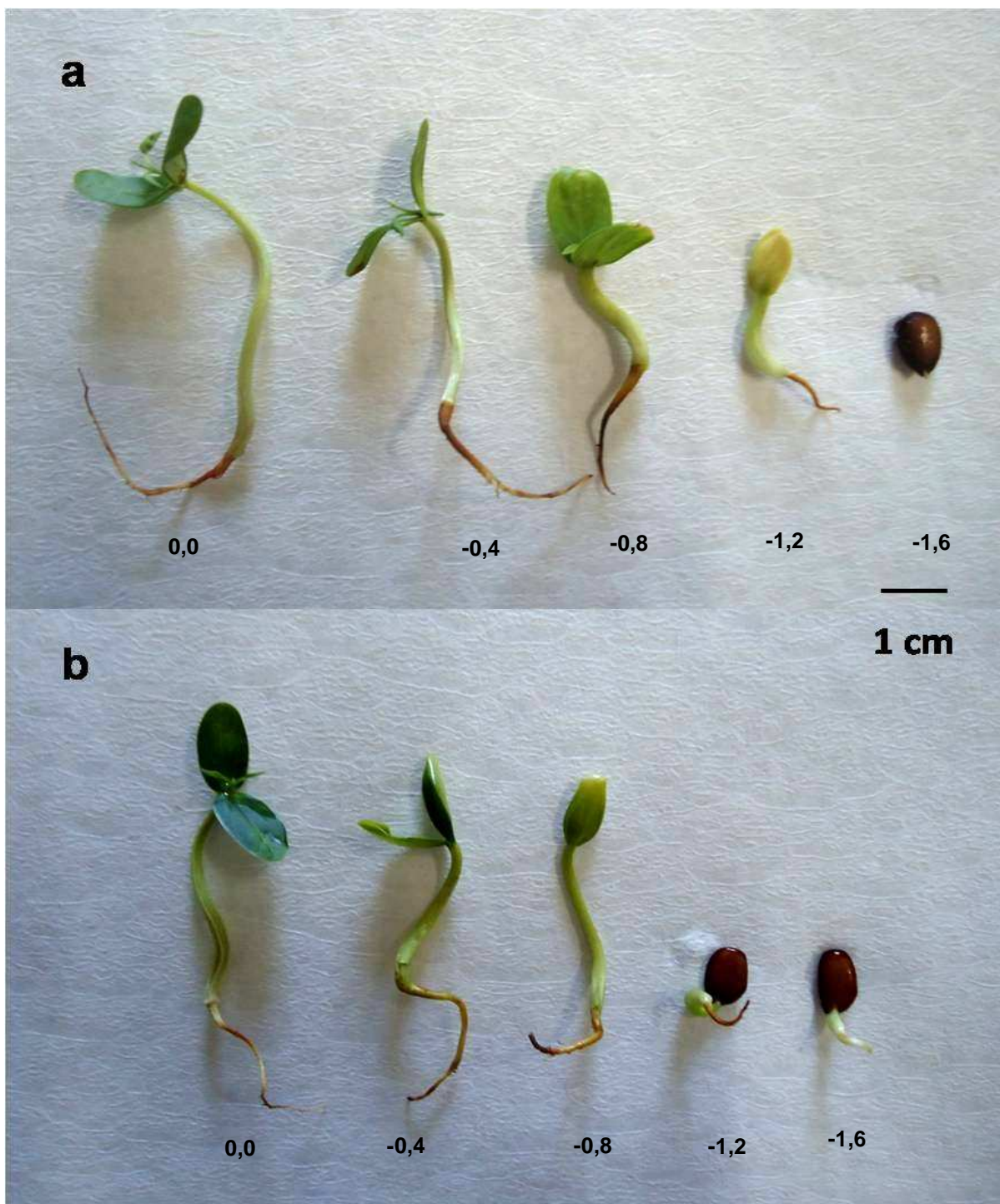
**Figura 1.** Porcentagem de germinação de sementes de *Apuleia leiocarpa* osmocondicionadas com soluções de NaCl e PEG 6000, em diferentes potenciais osmóticos.

Analogamente, o aumento do estresse salino e hídrico levou ao decréscimo da porcentagem de plântulas normais. Verificou-se, neste aspecto, impedimento ao desenvolvimento de plântulas normais no potencial de -1,6 MPa para soluções com NaCl, e de -1,2 e -1,6 MPa para soluções preparadas com PEG 6000 (Tabela 1; Figura 2). Para sementes mantidas em solução de NaCl a -1,6 MPa não foi verificada germinação. Entretanto, neste tratamento foi encontrada a maior porcentagem de sementes deterioradas (Tabela 1 e Figura 2). A esse respeito, BARRETO et al. (2010) afirmam que entre os fatores que afetam a germinação de sementes, a salinidade do substrato ou da água utilizada na irrigação pode ser destacada como limitante.

**Tabela 1.** Porcentagem de plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA), sementes duras (SDU) e sementes deterioradas (SDE) de *Apuleia* osmocondicionadas com soluções de NaCl e PEG 6000, em diferentes potenciais osmóticos.

Potenciais osmóticos (MPa)	NaCl			
	PN (%)	PA (%)	SDU (%)	SDE (%)
0,0	91	4	0	5
- 0,4	88	6	3	3
- 0,8	35	44	10	11
- 1,2	4	33	40	23
- 1,6	0	0	31	69
	PEG			
0,0	91	4	0	5
- 0,4	31	28	8	33
- 0,8	9	22	47	22
- 1,2	0	9	67	24
- 1,6	0	0	84	12



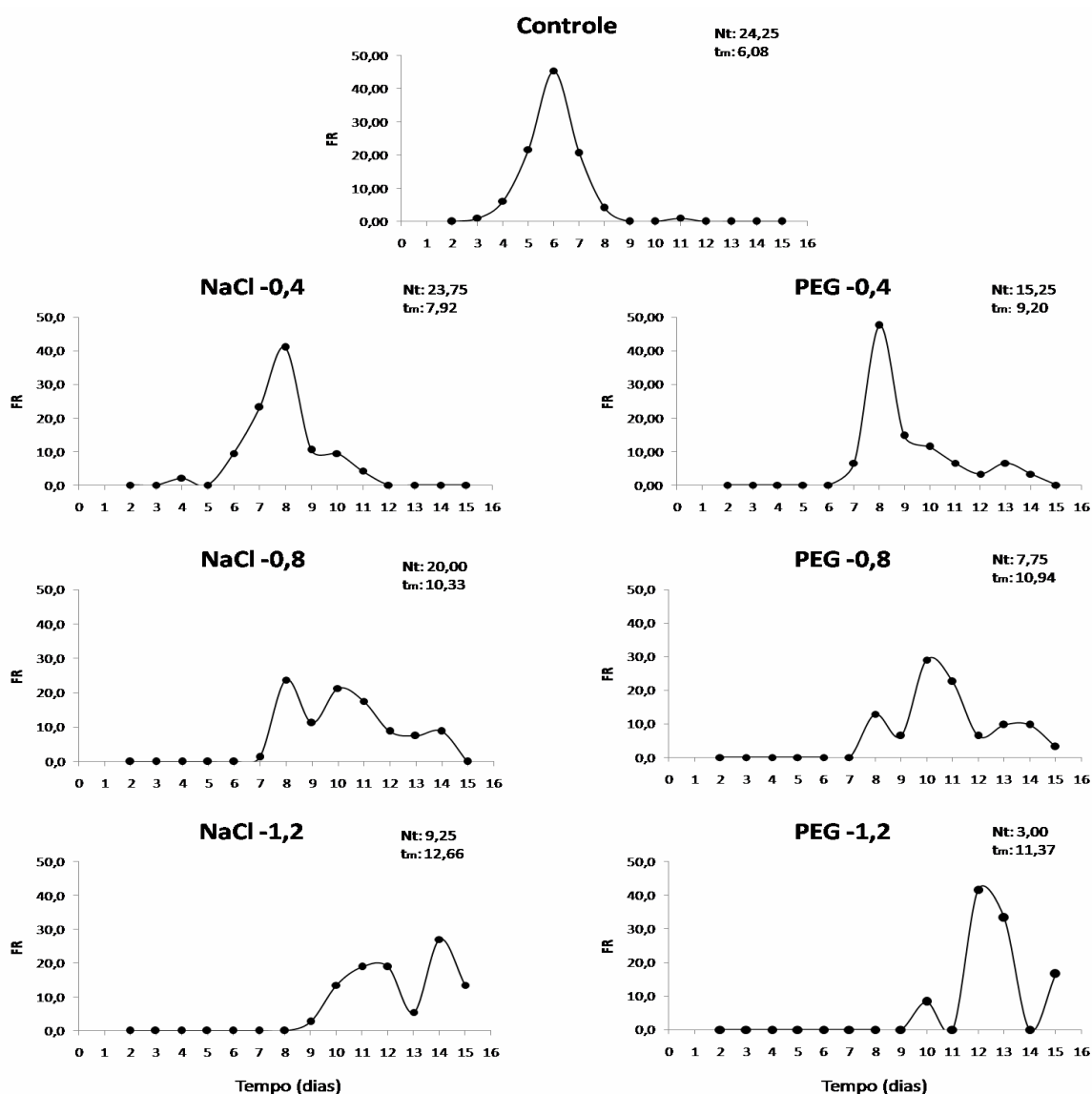


**Figura 2.** Desenvolvimento das plântulas de *Apuleia leiocarpa* osmocondicionadas com soluções de (a) NaCl e (b) PEG 6000, em diferentes potenciais osmóticos.

Em resposta ao estresse hídrico induzido pela adição de PEG à solução, os tratamentos de -1,2 e -1,6 MPa apresentaram baixa porcentagem de plântulas anormais e um índice elevado de sementes duras (Tabela 1), sugerindo que as sementes que não germinaram mantiveram-se fisiologicamente viáveis, mas não encontraram condições hídricas suficientes para iniciar a germinação. COSTA et al.

(2003) trabalhando com sementes de *Vigna unguiculata* sob estresse hídrico verificaram que o excesso de sais reduziu o potencial hídrico do ambiente radicular e restringiu a absorção de água pelas sementes.

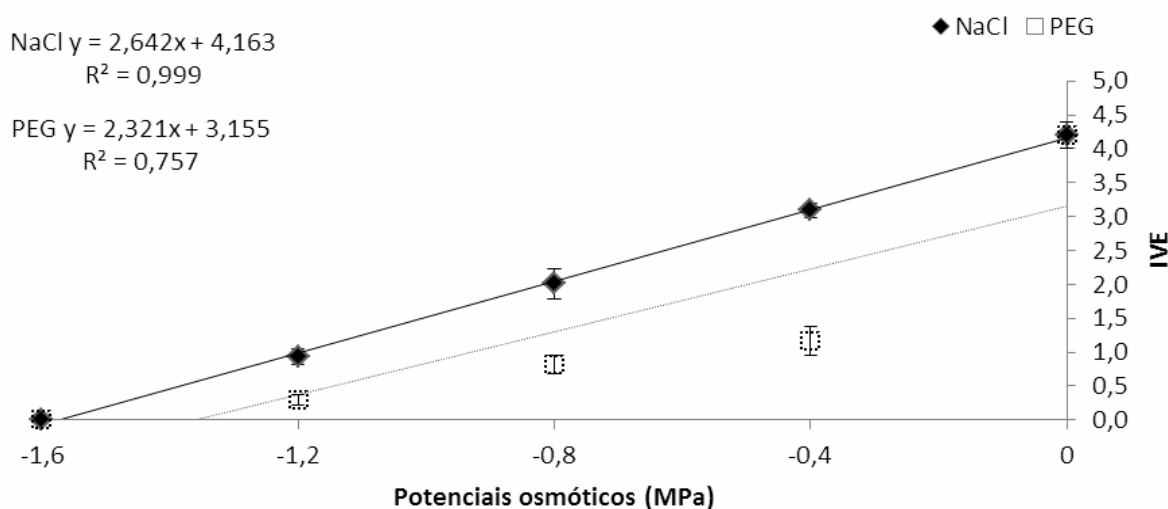
Tais curvas evidenciam o efeito do estresse salino e hídrico em retardar o início da germinação das sementes. Em solução com maior potencial hídrico (controle), as sementes começaram a emitir a raiz primária no terceiro dia após a embebição, com pico de germinação no sexto dia. Entretanto, um potencial de -1,2 MPa tornou a germinação mais lenta, iniciando-se no nono e décimo dia, e tendo o pico no décimo quarto e décimo segundo dia após da sementeira, para NaCl e PEG 6000, respectivamente. Da mesma forma, o tempo médio de germinação foi maior quanto menor o potencial osmótico utilizado como se observa na Figura 3.



**Figura 3.** Frequência relativa (FR) da germinação de sementes de *Apuleia leiocarpa* osmocondicionadas com soluções de NaCl e PEG 6000, em diferentes potenciais osmóticos. Nt: número total de sementes germinadas; tm - tempo médio de germinação (dias).

Verificou-se pelo comportamento das sementes durante a fase de germinação nas curvas de distribuição de frequência que houve redução progressiva e paulatina na germinação, quando mantidas sob estresse salino e hídrico, atingido valores nulos no potencial de -1,6 MPa. Além disso, foi observado um retardo no início da germinação em sementes de garapa quando submetidas em potenciais osmóticos mais negativos, tanto para NaCl quanto para PEG, evidenciando que a embebição se deu de forma mais lenta, em função da diferença de potencial entre as sementes e a solução. Comportamento similar foi verificado no trabalho de SILVA et al. (2005), com sementes de faveleira (*Cnidoscopus juercifolius*), quando estes verificaram que na medida em que o potencial hídrico era reduzido, o primeiro dia de germinação deslocava-se para a direita.

O índice de velocidade de germinação (IVG) apresentou redução significativa com a exposição ao estresse salino e hídrico (Figura 4). Resultado semelhante foi observado para a espécie de *Zizyphus joazeiro* (LIMA & TORRES, 2009). Para os tratamentos com PEG decréscimo mais acentuado foi verificado com -0,4 MPa, sendo o IVG neste ponto similar ao de -0,8 MPa. Em sementes de *Crambe abyssinica* sob estresse hídrico TEIXEIRA et al. (2011) observaram decréscimo significativo nos valores médios velocidade de germinação (IVG) com o aumento do déficit hídrico induzido através do incremento nas concentrações de PEG 6000. A redução linear do IVG, tanto para as concentrações de NaCl e PEG, evidenciou uma queda no vigor das sementes de *A. leiocarpa* com a redução dos potenciais osmóticos da solução adicionada ao substrato.

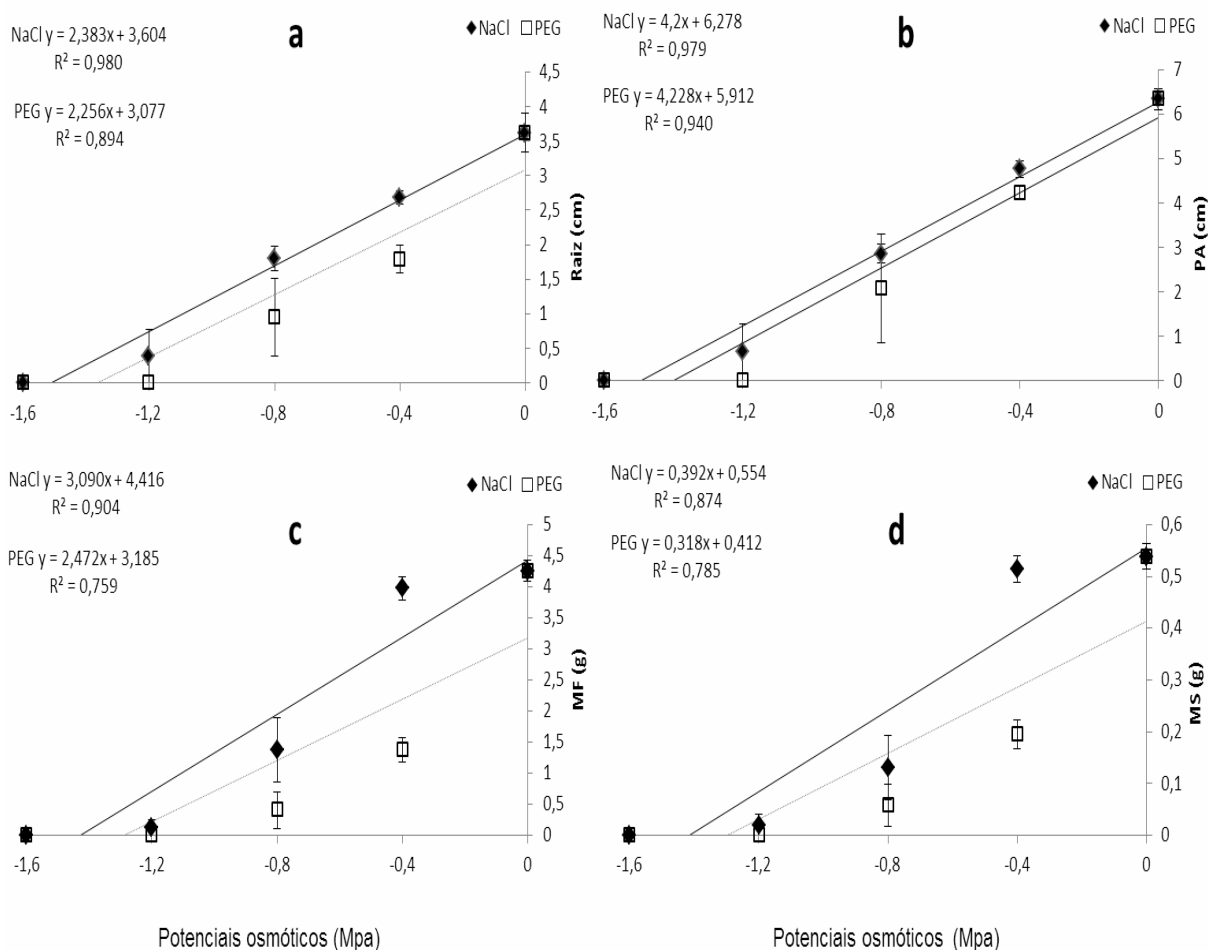


**Figura 4.** Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Apuleia leiocarpa* osmocondicionadas com soluções de NaCl e PEG 6000, em diferentes potenciais osmóticos.

As plântulas apresentaram redução no comprimento da parte aérea e da raiz (Figuras 5a e 5b) a partir do potencial osmótico -0,4 MPa para NaCl e PEG. De acordo com BEWLEY & BLACK, 1994, alta salinidade retarda o metabolismo e o transporte de reservas do embrião, o que afeta o desenvolvimento das plântulas (PEREIRA & LOPES, 2011), conforme verificado com o aumento do estresse hídrico e a redução no comprimento das plântulas de *A. leiocarpa*, quando tratadas com PEG. Discordando dos resultados observados, LIMA & TORRES (2009) verificaram



que o tratamento com NaCl apresentou um efeito mais drástico em relação ao PEG, sobre o comprimento das plântulas de *Zizyphus joazeiro* (Figuras 2 e 5).



**Figura 5.** Comprimento da raiz (a), comprimento da parte aérea (PA) (b), massa fresca (MF) (c) e massa seca (MS) (d) de plântulas de *Apuleia leiocarpa* osmocondicionadas com soluções de NaCl e PEG 6000, em diferentes potenciais osmóticos.

As massas fresca (MF) e seca (MS) (Figuras 5c e 5d) de plântulas mantidas em solução de NaCl foram similares entre o controle e o potencial de -0,4 MPa, entretanto houve queda significativa no potencial de -0,8 MPa. Para a solução de PEG houve redução significativa da massa em todos os tratamentos. CUSTÓDIO et al. (2009) observaram redução da massa seca de parte aérea de plântulas de feijão utilizando manitol para simular o estresse hídrico. Os valores obtidos em PEG -0,4 MPa, tanto para massa fresca como seca de plântulas não diferiram dos valores encontrados para a solução de NaCl a -0,8 MPa, evidenciando queda gradativa e paulatina em NaCl, enquanto em PEG ocorreu queda mais drástica. Segundo COELHO et al. (2010), as massas secas da parte aérea e da raiz das plântulas de feijão sofreram interferência com a redução no teor de água. O estresse hídrico geralmente atua reduzindo a velocidade e a porcentagem de germinação das sementes, sendo que para cada espécie existe um valor de potencial hídrico no solo, abaixo do qual a germinação não ocorre (LOPES & MACEDO, 2008).

Alto nível salino acarreta mudanças na capacidade da planta em absorver, transportar e utilizar os íons necessários ao seu crescimento, e reduz a taxa de assimilação metabólica, a atividade de enzimas responsáveis pela respiração e fotossíntese, restringindo assim, a obtenção de energia para o crescimento e diferenciação das células em tecidos, reduzindo conseqüentemente, o alongamento do eixo embrionário e a produção de massa seca (KOZLOWSKI; PALLARDY, 2002; TAIZ & ZEIGER, 2006; NOBRE et al., 2010). Esse mecanismo de redução da taxa metabólica é um reflexo da perda de respiração das sementes, culminando com a redução da atividade enzimática, como a glutamato desidrogenase e a peroxidase, enzimas envolvidas no processo de germinação, limitação da disponibilidade de energia para a divisão celular e crescimento do eixo embrionário (MEZA et al., 2007).

### CONCLUSÕES

Os estresses salino e hídrico foram prejudiciais à germinação e ao desenvolvimento das plântulas de *Apuleia leiocarpa*, sendo o estresse hídrico induzido com PEG mais prejudicial.

O índice de velocidade de germinação e o comprimento da parte aérea e radicular das plântulas reduziram de forma linear à medida que os potenciais osmóticos se tornam mais baixos

Sementes mantidas em NaCl a -0,4 Mpa apresentaram porcentagem de germinação, massa fresca e seca de plântulas similares ao controle, evidenciando tolerância da espécie para germinar em solos salinos com baixa concentração de sal.

A exposição das sementes aos estresses salino e hídrico em soluções com potencial de -1,6 MPa inibiu a germinação das sementes e a formação de plântulas normais.

### AGRADECIMENTOS

Ao SEMAD e ao CNPq pela concessão de bolsas ao primeiro e segundo autor, respectivamente.

### REFERÊNCIAS

ÁVILA, M. R.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, 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**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 98-106, 2007.

BARRETO, H. B. F.; FREITAS, R. M. O.; OLIVEIRA, L. A. A.; ARAUJO, J. A. M.; COSTA, E. M. Efeito da irrigação com água salina na germinação de sementes de sábia (*Mimosa caesalpinifolia* Benth). **Revista Verde**, Mossoró, v.5, n.3, p. 125 – 130, 2010.

BENEDITO, C. P.; RIBEIRO, M. C. C.; TORRES, S. B. Salinidade na germinação da semente e no desenvolvimento das plântulas de moringa (*Moringa oleifera* Lam.). **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 39, n. 3, p. 463-467, 2008.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2<sup>nd</sup> ed. New York: Plenum Press, 1994. 445 p.

BRAGA, L. F.; SOUSA, M. P.; CESARO, A. S.; LIMA, G. P. P.; GONÇALVES, A. N. Germinação de sementes de pinho-cuiabano sob deficiência hídrica com diferentes agentes osmóticos. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 36, n. 78, p. 157-163, 2008.

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

BRAGA, L. F.; SOUSA, M. P.; BRAGA, J. F.; SÁ, M. E. Efeito da disponibilidade hídrica do substrato na qualidade fisiológica de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n.2, p.95-102, 1999.

BRASIL, Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análises de sementes**. Brasília, DF: SNDA/DNDV/CLAV, 2009. 398p.

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

COSTA, P. H. A.; SILVA, J. V.; BEZERRA, M. A.; ENÉAS FILHO, J.; PRISCO, J. T.; GOMES FILHO, E. Crescimento e níveis de solutos orgânicos e inorgânicos em cultivares de *Vigna unguiculata* submetidos à salinidade. **Revista Brasileira Botânica**, São Paulo, v. 26, n. 3, p. 289-297, 2003.

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

COELHO, D. L. M.; AGOSTINI, E. A. T.; GUABERTO, L. M.; NETO, N. B. M. N.; CUSTÓDIO, C. C. Estresse hídrico com diferentes osmóticos em sementes de feijão expressão diferencial de proteínas durante a germinação. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 3, p. 491-499, 2010.

FANTI, S. C.; PEREZ, S. C. J. G. A. Processo germinativo de sementes de paineira sob estresses hídrico e salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 9, p. 903-909, set. 2004.

FARIAS, S. G. G.; FREIRE, A. L. O.; SANTOS, D. R.; BAKKE, I. A.; SILVA, R. B. Efeitos dos estresses hídrico e salino na germinação de sementes de gliricídia [*Gliricidia sepium* (JACQ.) STEUD.]. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.22, n.4, p.152-157, 2009.

HARDEGREE, S. P.; EMMERICH, W. E. **Seed germination response to polyethylene glycol solution depth**. Seed Science and Technology, Zurich, v.22, n.1, p.1- 7, 1994.

HENICKA, G. S.; BRAGA, L. F.; SOUSA, M. P.; CARVALHO, M. A. C. GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Apuleia leiocarpa* (VOGEL.) J. F. MACBR.: TEMPERATURA, FOTOBLASTISMO E ESTRESSE SALINO. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v.4, n.1, p.37-46, 2006.

JOSÉ, A. C.; COUTINHO, A. B.; ERASMO, E. A. L. Effect of temperature and substrate on the germination of *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macbr (amarelão) seeds. **Revista Agrarian**, Dourados, v.4, n.14, p.286-293, 2011.

KOZLOWSKI, T. T.; PALLARDY, S. G. Acclimation and responses of woody plants to environmental stresses. **Botanical Review**, New York, v.68, n.2, p.270-334, 2002.

LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M. E. B. On the germination of seeds *Calotropis procera*(Ait.) Ait.f. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 48, n. 2, p. 263-284, 1976.

LIMA, B. G.; TORRES, S. B. Estresses hídrico e salino na germinação de sementes de *Zizyphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae). **Revista Caatinga**, Mossoró, v.22, n.4, p.93-99, 2009.

LOPES, J. C.; MACEDO, C. M. P. Germinação de sementes de sob influência do teor de substrato e estresse salino. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 30, n.3, p. 79-85, 2008.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. vol. 1/Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2008. 384p.

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

MEZA, N.; ARIZALETA, M.; BAUTISTA, D. Efecto de la salinidad em la germinación y emergencia de semillas de parchita (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). **Revista de la Faculdade de Agronomia**, v.24, n.4, p.69-80, 2007.

NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; CORREIA, K. G.; SOARES, F. A. L.; ANDRADE, L. O. Crescimento e floração do girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 41, n. 3, p. 358-365, 2010.

PEREIRA, M. D.; LOPES, J.C. Germinação e desenvolvimento de plântulas de pinhão manso sob condições de estresse hídrico simulado. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, suplemento 1, p.1837-1842, 2011.

REGO, S. S.; FERREIRA, M. M.; NOGUEIRA, A. C.; GROSSI, F.; SOUSA, R. K.; BRONDANI, G. E.; ARAUJO, M. A.; SILVA, A. L. L. Estresse Hídrico e Salino na Germinação de Sementes de *Anadenanthera colubrina* (Veloso) Brenan. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, Gurupi, v. 2, n. 4, p. 37-42, 2011.

RIBEIRO, M. C. C.; BARROS, N. M. S.; JÚNIOR, A. P. B.; SILVEIRA, L. M. Tolerância do sabia (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth) a salinidade durante a germinação e o desenvolvimento de plântulas. **Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 5, p. 123-126, 2008.

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

SILVA, L. M. M.; AGUIAR, I. B.; MORAIS, D. L.; VIÉGAS, R. A. Estresse hídrico e condicionamento osmótico na qualidade fisiológica de sementes de *Cnidoscylus juercifolius*. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, n.1, p.66-72, 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2006. 719p.

TEIXEIRA, R. N.; TOLEDO, M. Z.; FERREIRA, G.; CAVARIANI, C.; JASPER, S. P. Germinação e vigor de sementes de crambe sob estresse hídrico. **Irriga**, Botucatu, v. 16, n. 1, p. 42-51, 2011.

VILLELA, F. A.; DONI-FILHO, L.; SEQUEIRA, E. L. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietileno glicol 6000 e da temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.11/12, p.1957-1968, 1991.