

GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE EUCALIPTO SOB ESTRESSE HÍDRICO E SALINO

GERMINATION OF EUCALYPTUS SEEDS UNDER WATER AND SALT STRESS

Cibele Chalita MARTINS¹; Maria Renata Rocha PEREIRA²; Maria Teresa Gomes LOPES³

1. Engenheira agrônoma, Professora, Doutora, Departamento de Produção Vegetal, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária – FCAV, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Jaboticabal, SP, Brasil. cibele@fcav.unesp.br; 2. Engenheira Florestal, Professora, Doutora, Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo -FATEC, Capão Bonito, SP, Brasil; 3. Professora, Doutora, Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Amazonas – UFAM, Coroadó, AM, Brasil.

RESUMO: O conhecimento da fisiologia da germinação de sementes de *Eucalyptus* spp. pode contribuir significativamente para o desenvolvimento do manejo e da escolha e adequação das áreas de plantio. O objetivo foi avaliar os efeitos dos estresses hídrico e salino na germinação de sementes de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. citriodora*, *E. grandis*, *E. robusta* e *E. urophylla*. A semeadura foi realizada com quatro repetições de 0,05 g de sementes em papel umedecido com soluções nos potenciais osmóticos de 0,0; -0,2; -0,4; e -0,8 MPa, induzidos com polietilenoglicol (PEG 6000) e NaCl. O teste de germinação foi conduzido a 25 °C na presença de luz. A germinação foi avaliada dos sete até os 28 dias, semanalmente. Foi calculado o índice de velocidade de germinação. Conclui-se que o estresse hídrico acarreta maior redução na velocidade de germinação e na germinação acumulada de sementes de *E. camaldulensis* e *E. citriodora* do que o estresse salino. As sementes de *E. robusta* apresentam maior adaptação para germinar sob estresse salino moderado, entre -0,2 e -0,4 MPa. Independentemente da substância utilizada para indução do estresse, o limite para germinação é -0,8MPa. O *E. camaldulensis* é a espécie mais sensível ao estresse hídrico e o *E. urophylla* a mais sensível ao estresse salino.

PALAVRAS-CHAVE: Estresse osmótico. Potencial osmótico. Salinidade. Vigor.

INTRODUÇÃO

As áreas plantadas com *Eucalyptus* spp. no Brasil aumentaram significativamente a partir da metade de 2009, devido à retomada das exportações de celulose, à recuperação de preços internacionais e à iniciativa do governo de desonerar o IPI na cadeia produtiva de painéis de madeira industrializada e de móveis de madeira (ABRAF, 2011).

Para novos empreendimentos as grandes empresas do setor terão de ampliar as áreas de produção e buscar mudas de terceiros, comumente de pequenos viveiristas que utilizam a semente como principal método de propagação do eucalipto. Novas áreas de produção estão sendo plantadas em Minas Gerais, Tocantins, Maranhão e outros estados do norte e nordeste, aumentando a demanda por mudas de diferentes espécies de eucaliptos (MARCONDES, 2010). Muitas destas regiões apresentam solos com problemas de salinidade e déficit hídrico.

Diante disso, informações quanto à adaptação das espécies às diferentes condições de solo e clima serão necessárias, pois em locais onde a disponibilidade de água está limitada durante um período do ano, o tempo gasto para a germinação e o estabelecimento das plântulas é importante para a sobrevivência das mudas (ROSA et al., 2005).

O eucalipto é nativo da Austrália e existem mais de 600 espécies, espalhadas pelas

várias regiões e climas deste país. O *Eucalyptus citriodora* está adaptado a clima Tropical de altitude, Subtropical, Tropical e Tropical úmido. Suas folhas, muito perfumadas, são usadas na extração de óleos essenciais para a indústria de perfumaria e desinfetantes. Sua madeira é usada na construção civil e em movelaria. O *Eucalyptus camaldulensis* é plantado em função da sua superioridade na produção de madeira, em relação a outras espécies sob condições ambientais adversas, com destaque para tolerância ao déficit hídrico e à alta temperatura (GRATTAPAGLIA; BRADASHAW, 1994).

E. grandis pode ser utilizado para produção de celulose, lenha, carvão, móveis e caixotaria. *E. urophylla* e *E. robusta* são usados em construções e para a fabricação de dormentes, e ambas as espécies podem ser utilizadas para serraria e laminação (ANGELI, 2012). Quanto à adaptação edafoclimática, *E. robusta* pode ser utilizado em clima úmido, quente ou frio, enquanto *E. grandis* somente em clima úmido e frio, e *E. urophylla* somente em clima úmido e quente. Devido às boas características e valor florestal o *E. grandis* e *E. urophylla* são espécies utilizadas para a produção de híbridos. Em função do solo, *E. grandis* está adaptado a solos arenosos, argilosos, textura média e distróficos, *E. urophylla* a solos de textura média a arenosos,

enquanto *E. robusta* a solos arenosos e hidromórficos (ANGELI, 2012).

Existem trabalhos que comprovam diferenças significativas entre genótipos de eucalipto sob condições de estresse hídrico, quanto ao crescimento e formação de mudas e taxa de fotossíntese permitindo identificar material genético promissor para trabalhos visando à tolerância ao estresse hídrico (VELLINI et al., 2008; MARTINS et al., 2008). Martins et al., 2008, verificaram em *Eucalyptus grandis* (Hill ex Maiden) e *Eucalyptus saligna* (Smith) decréscimo no desenvolvimento das mudas imediatamente após o início do déficit hídrico no solo, antes mesmo de ser a transpiração afetada pela redução da água no solo.

Sementes de *Eucalyptus grandis*, *E. camaldulensis* e *E. cloeziana*, colocadas para germinar sob condições de pressões osmóticas entre 0 e 1MPa em soluções de PEG 4000, apresentaram diferentes graus de tolerância ao estresse hídrico, verificando-se maior resistência da última espécie em relação às demais ao déficit hídrico (FAÇANHA et al., 1983).

O estresse hídrico geralmente atua diminuindo a velocidade e a porcentagem de germinação das sementes, e para cada espécie há um valor de potencial hídrico no solo, abaixo do qual a germinação não ocorre (MARCOS FILHO, 2005).

Uma das técnicas utilizadas em laboratório para provocar condições de baixa umidade no substrato tem sido o uso de soluções aquosas com diferentes potenciais osmóticos (HARDEGREE; EMMERICH, 1994), podendo provocar atraso no processo germinativo ou diminuição na porcentagem final de germinação. Entre as diversas soluções usadas para simular condições de estresse hídrico destaca-se a de polietileno glicol (PEG), agente osmótico quimicamente inerte, não tóxico e não eletrolítico. O polietileno glicol não penetra nas células devido ao seu elevado peso molecular (HASEGAWA et al., 1984) e está disponível em formulações comerciais com diferentes pesos moleculares (4000, 6000, 8000, 12000 e 20000), sendo 6000 o mais utilizado.

Algumas pesquisas simulando o efeito do estresse hídrico na germinação e no vigor de sementes de espécies florestais têm sido desenvolvidas. Como exemplo, citam-se aquelas realizadas com sementes de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub., as quais demonstraram resistência ao estresse hídrico simulado com PEG, com limite máximo de tolerância variando de -1,4 MPa a -1,6 MPa (BOTELHO; PEREZ, 2001). Sementes de *Adenanthera pavonina* L. são capazes de germinar

até o potenciais osmóticos entre -0,4 e -0,5 MPa (FONSECA; PEREZ, 2003).

Estudos realizados com *Chorisia speciosa* St. Hil. indicaram que o decréscimo dos níveis de potencial osmótico das soluções de PEG 6000, manitol e de sais (NaCl, KCl e CaCl₂) no meio germinativo provocou redução da viabilidade e vigor de suas sementes (FANTI e PEREZ, 2004). Potenciais abaixo de -0,4 MPa foram considerados críticos à germinação de sementes *Ateleia glazioviana* Baill (ROSA et al., 2005). As concentrações de PEG 6000 a partir de -0,8 MPa impediram a absorção de água pelas sementes de *Anadenanthera colubrina* (Velloso) Brenan. (REGO et al., 2007).

A redução na germinação e na velocidade com que ela ocorre, devido ao efeito da diminuição do potencial hídrico do meio, interfere na embebição e no alongamento celular do embrião (POPINIGIS, 1985). Desta forma 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.

Os solos salinos e sódicos não são favoráveis para a germinação das sementes, principalmente em regiões áridas e semi-áridas (NASSIF; PEREZ, 2000). O alto teor de sais nesses solos, especialmente o cloreto de sódio, inibe a germinação devido à seca fisiológica, ao efeito osmótico com redução do potencial hídrico e a um cloreto de sódio efeito tóxico devido ao aumento da concentração de íons no protoplasma das células e, particularmente, no embrião (TOBE; OMASA, 2000; BETONI, et al, 2011).

O excesso de sais solúveis provoca redução do potencial hídrico do solo, induzindo uma menor capacidade de absorção de água pelas plantas. Essa redução do potencial hídrico, associada com os efeitos tóxicos dos sais interferem, inicialmente, no processo de absorção de água pelas sementes, o que influencia na germinação, no vigor das plântulas resultantes e, conseqüentemente, no desenvolvimento normal das plantas (BEWLEY; BLACK, 1994).

Diante do exposto, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o efeito do estresse hídrico e salino na germinação de sementes de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. citriodora*, *E. urophylla*, *E. grandis* e *E. robusta*.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes da Faculdade

de Tecnologia em Silvicultura de Capão Bonito (FATEC), Estado de São Paulo. As sementes foram adquiridas no setor de sementes do Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF).

O teste de germinação foi conduzido com quatro subamostras de 0,1 g de sementes de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. citriodora*, *E. urophylla*, *E. grandis* e *E. robusta* e 0,5 g de sementes *E. citriodora*, distribuídas uniformemente sobre duas folhas de papel de germinação tipo “germitest”, umedecidas com soluções de polietileno glicol (PEG) 6000 e cloreto de sódio (NaCl) nos potenciais osmóticos zero, -0,2, -0,4 e -0,8 MPa, na quantidade 2,5 vezes a massa do papel não hidratado. No nível zero foi utilizada apenas água destilada para umedecer o substrato.

Cada subamostra do teste de germinação foi acondicionada em caixas de plástico transparentes “gerbox” colocadas em sacos plásticos de 0,05 mm de espessura para a manutenção da umidade do substrato e mantidas a 25 °C constante e 8h de luz. Foram consideradas plântulas normais aquelas com comprimento mínimo total de 0,3 mm, sendo as contagens realizadas diariamente de sete até 28 dias após a semeadura. Os resultados foram expressos em número de plântulas por 0,1g de sementes. A primeira contagem de germinação e o índice de velocidade de germinação foram realizados em conjunto com o teste de germinação. No teste da primeira contagem foram contabilizadas as plântulas normais presentes no sétimo dia após a semeadura. O índice de velocidade de germinação (IVG) foi calculado com base na contagem diária das plântulas normais até a data final do teste de germinação e aplicando-se estes dados à fórmula estabelecida por Maguire (1962).

As análises estatísticas foram realizadas em cada espécie individualmente em delineamento inteiramente casualizado, com os tratamentos em um arranjo fatorial 2 x 4 (agentes osmóticos x potenciais osmóticos), quatro repetições e a comparação entre as médias foi realizada por meio do teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. As médias foram apresentadas com dados não transformados. Os dados também foram submetidos à análise de regressão polinomial, selecionando-se o modelo significativo de maior ordem (R^2) ou a equação que melhor se ajustou aos dados. Também foram analisados os agentes osmóticos individualmente em um arranjo fatorial 5 x 4, sendo cinco espécies de eucalipto x quatro potenciais osmóticos, visando-se assim identificar a(s) espécie(s) mais sensível(is) ao estresse hídrico ou salino.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De modo geral, não houve efeito dos tratamentos agentes osmóticos e potenciais osmóticos na germinação, vigor e velocidade de germinação das sementes das cinco espécies (Figuras 1 a 5). Verificou-se que à medida em que há maior potencial osmótico há maior acréscimo na germinação.

Para as sementes de *Eucalyptus grandis* o aumento dos potenciais osmóticos causados pelo estresse hídrico (PEG) ou salino (NaCl) causaram reduções estatisticamente similares na germinação acumulada (Figura 1A) e no vigor de sementes avaliado pelos testes de primeira contagem (Figura 1B) e índice de velocidade de germinação (Figura 1C). Os valores nulos foram constatados abaixo de -0,4 MPa no índice de velocidade de germinação e na germinação acumulada, e em -0,8 MPa na primeira contagem. Esse resultado corrobora com relatos de que o aumento do estresse ambiental, em geral, leva inicialmente a um decréscimo na velocidade de germinação e só posteriormente vem afetar a germinabilidade das sementes, pois o potencial hídrico altera o alongamento celular e a síntese de parede durante o processo de germinação (MARCOS FILHO, 2005).

As sementes de *Eucalyptus robusta* mostraram maior sensibilidade ao aumento dos potenciais osmóticos causados pelo estresse salino (NaCl) que pelo estresse hídrico (PEG). Estas diferenças ficaram evidentes na germinação acumulada (Figura 2A) e no índice de velocidade de germinação (Figura 2C), nos níveis de potencial osmótico entre -0,2 e -0,4 MPa. No entanto, não foram verificadas diferenças entre estresse salino e hídrico sobre no teste da primeira contagem (Figura 2B). Estes resultados indicaram que as sementes de *Eucalyptus robusta* têm maior adaptação para germinar em solos com problemas moderados de salinidade, se comparado a *Eucalyptus grandis*. Para ambas espécies o limite para germinação é de -0,8 MPa, de modo independentemente da substância utilizada para indução.

Na determinação da tolerância das plantas ao estresse salino, um dos métodos mais difundidos é a observação da capacidade germinativa das sementes (LARCHER, 2000), pois a salinidade afeta negativamente o crescimento e o desenvolvimento das plantas, e seus efeitos dependem da espécie vegetal. O excesso de sais solúveis provoca redução do potencial hídrico do solo, induzindo uma menor capacidade de absorção de água.

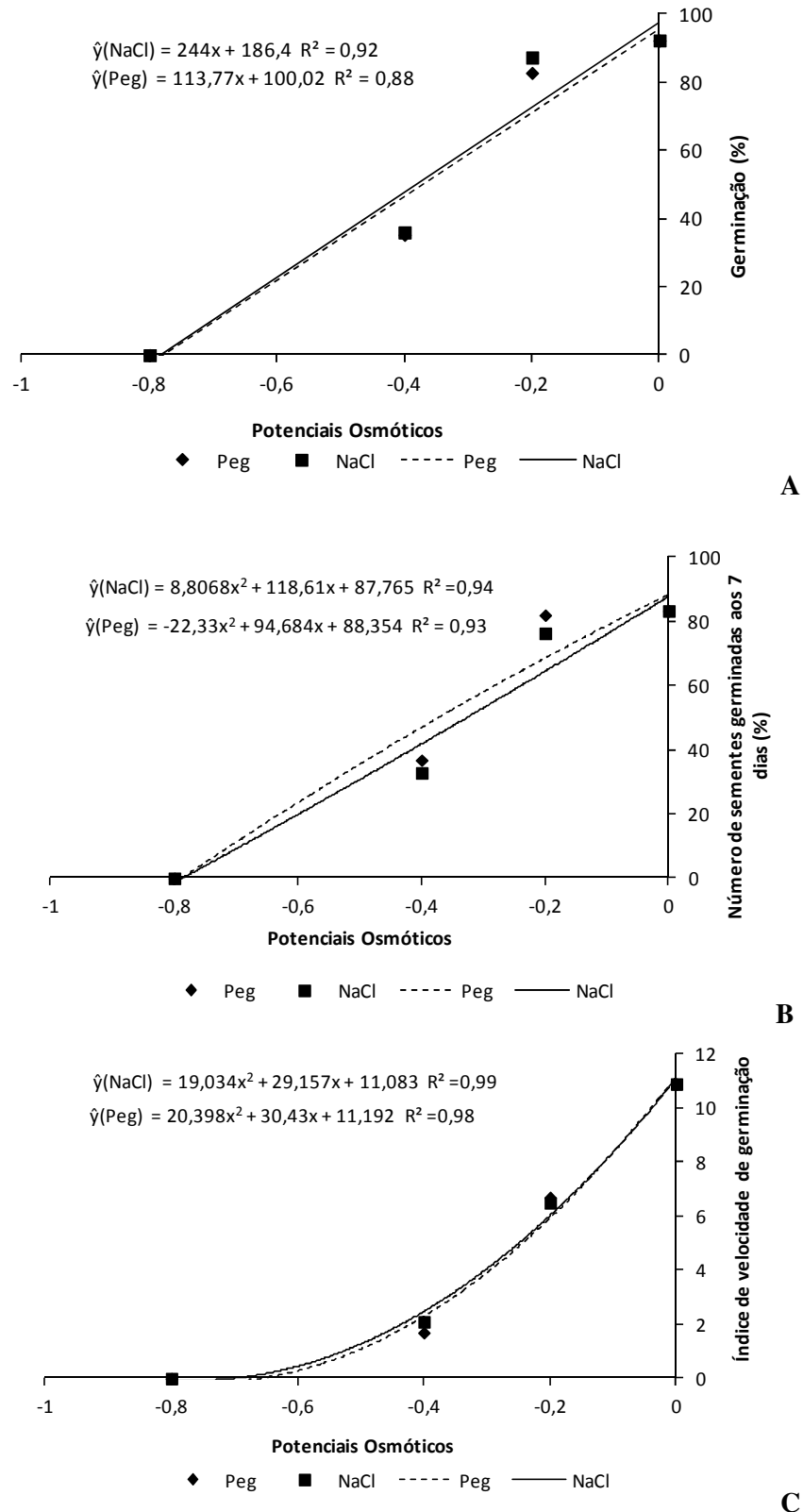


Figura 1 - Germinação acumulada (A) e vigor de sementes avaliado pelo teste de primeira contagem (B) e índice de velocidade de germinação (C) de sementes de *Eucalyptus grandis* submetidas a estresse hídrico induzido por PEG 6000 e por NaCl, nos potenciais osmóticos de 0,00 MPa, -0,02 MPa, -0,04 MPa e -0,08 MPa.

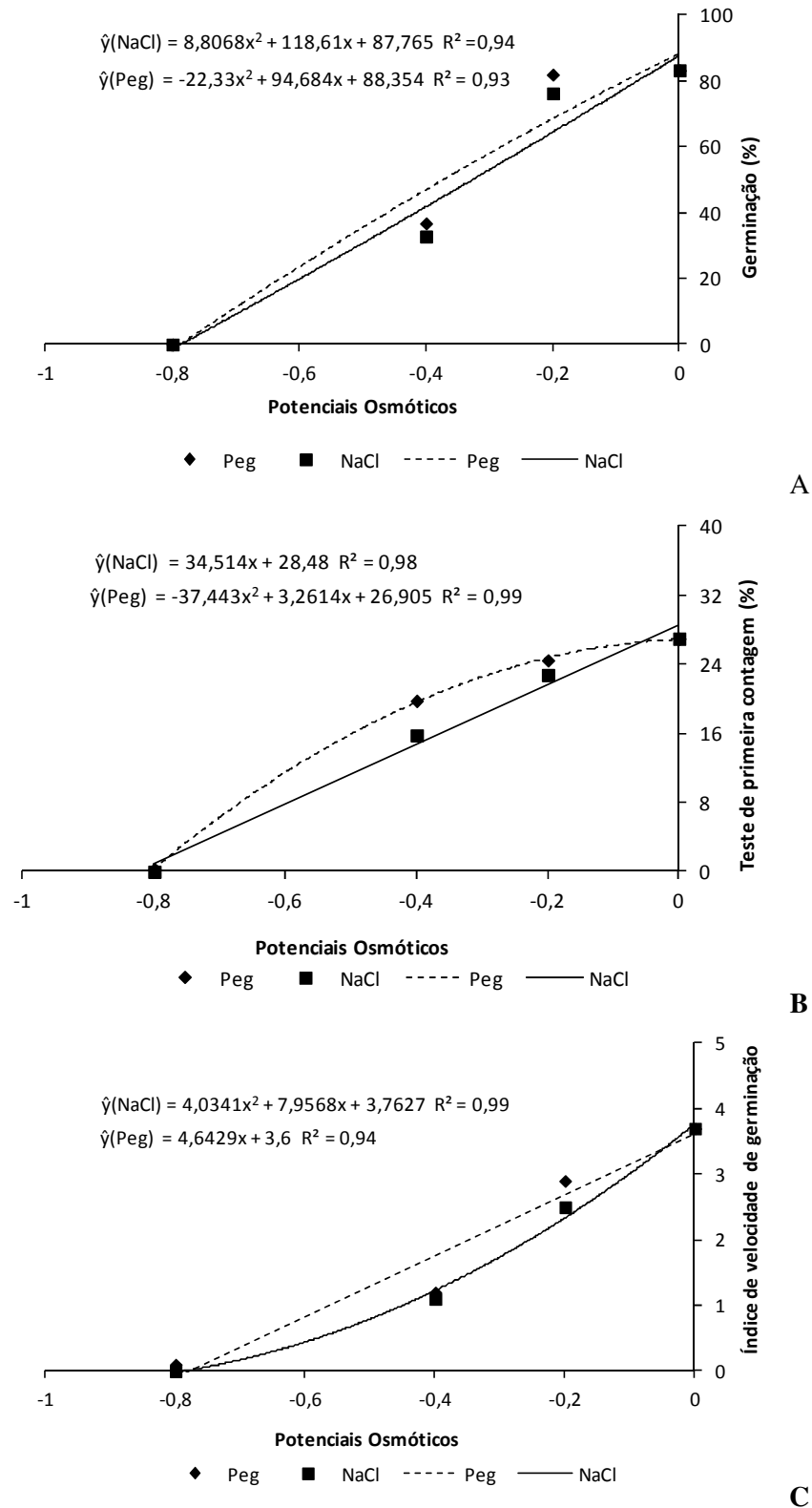


Figura 2 - Germinação acumulada (A) e vigor de sementes avaliados pelo teste de primeira contagem (B) e índice de velocidade de germinação (C) de sementes de *Eucalyptus robusta* submetidas a estresse hídrico induzido por PEG 6000 e por NaCl, nos potenciais osmóticos de 0,00 MPa, -0,02 MPa, -0,04 MPa e -0,08 MPa.

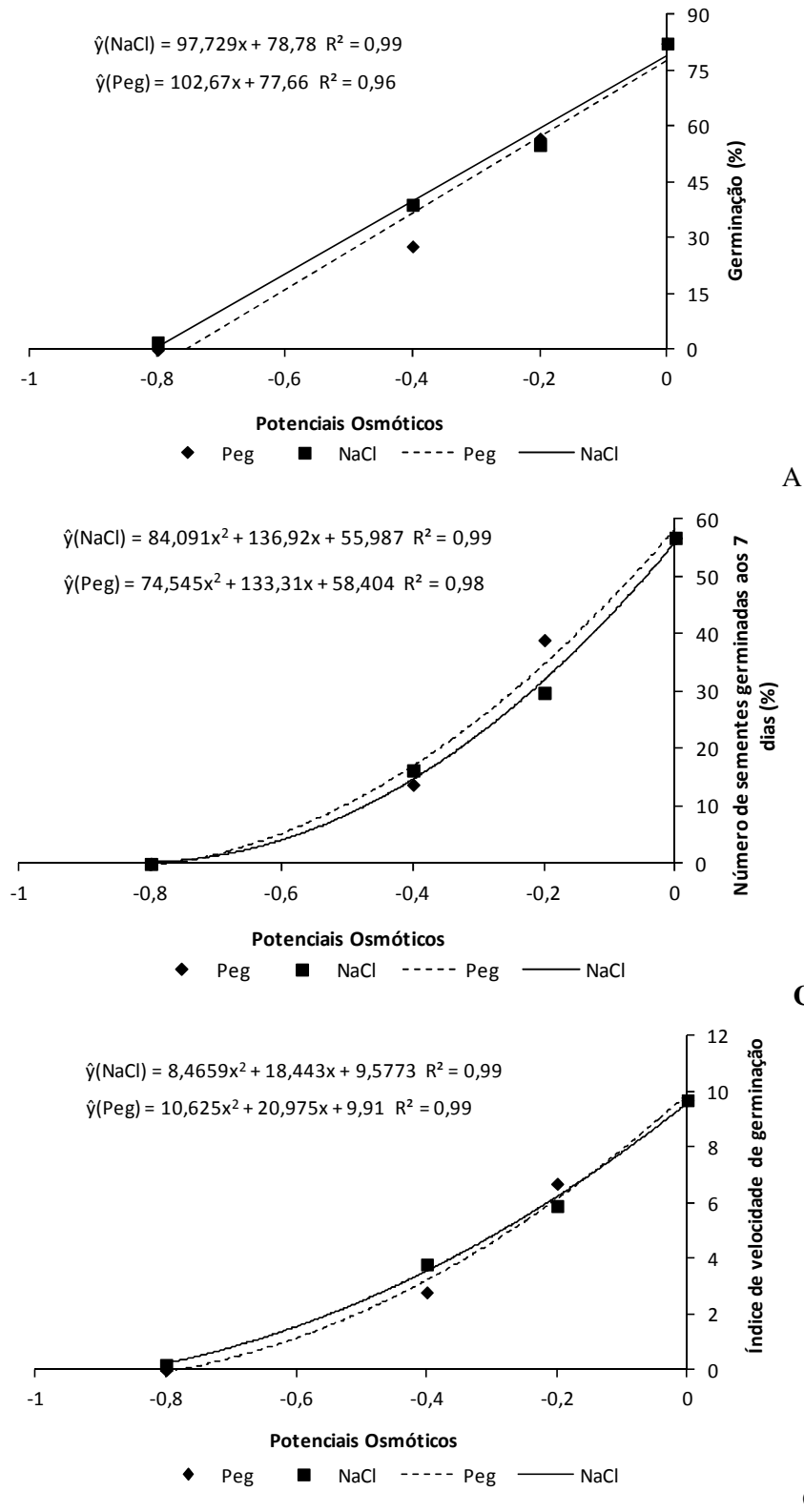


Figura 3- Germinação acumulada (A) e vigor de sementes no teste da primeira contagem (B) e velocidade de germinação (C) de sementes de *E. camaldulensis* submetidas a estresse hídrico induzido por PEG 6000 e por NaCl, nos potenciais osmóticos de 0,00 MPa, -0,02 MPa, -0,04 MPa e -0,08 MPa.

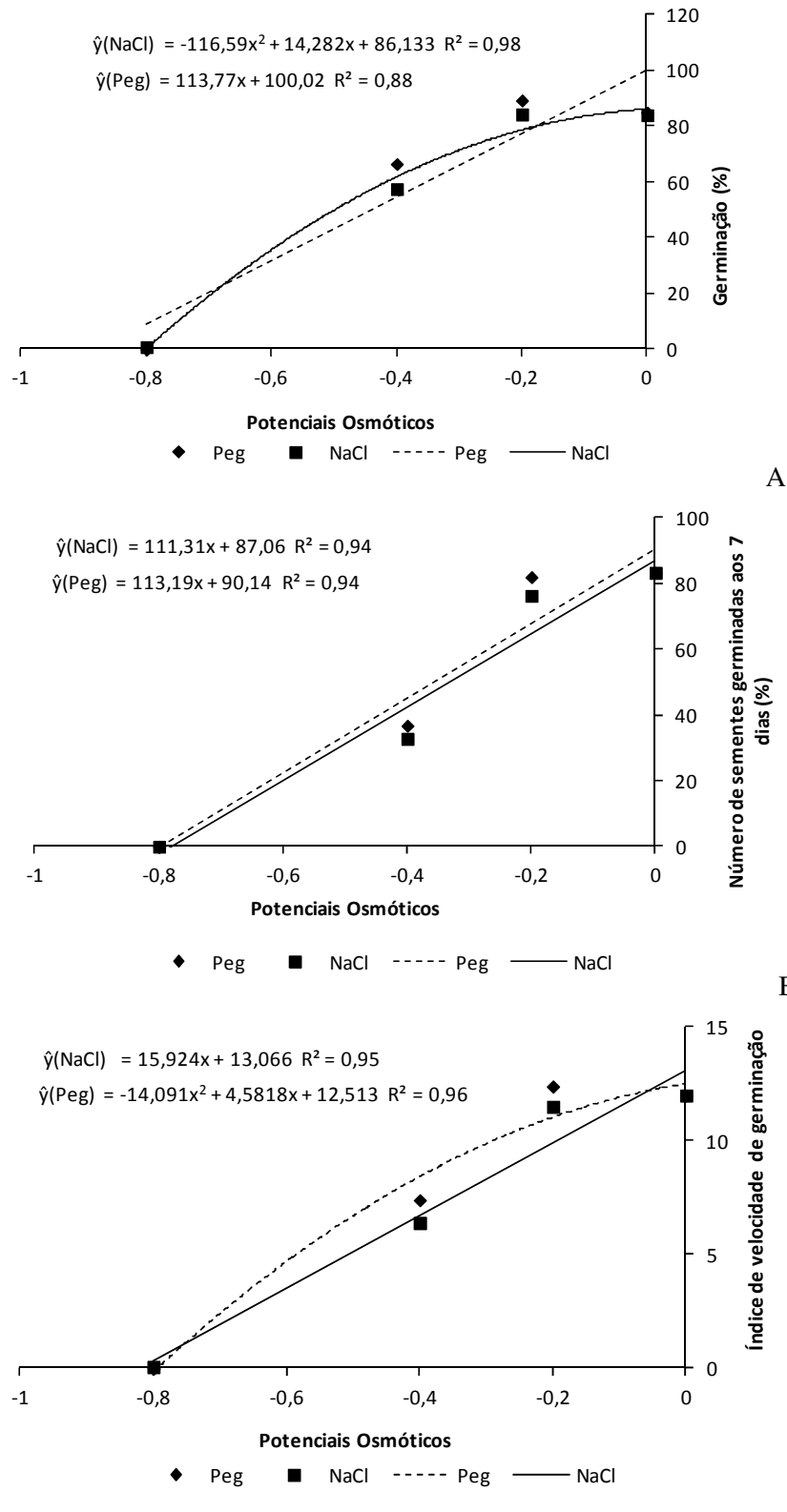


Figura 4- Germinação acumulada (A) e vigor de sementes avaliado pelo teste da primeira contagem (B) e velocidade de germinação (C) de sementes de *E. citriodora* submetidas a estresse hídrico induzido por PEG 6000 e por NaCl, nos potenciais osmóticos de 0,00Mpa, -0,02 Mpa, -0,04 MPa e -0,08 MPa.

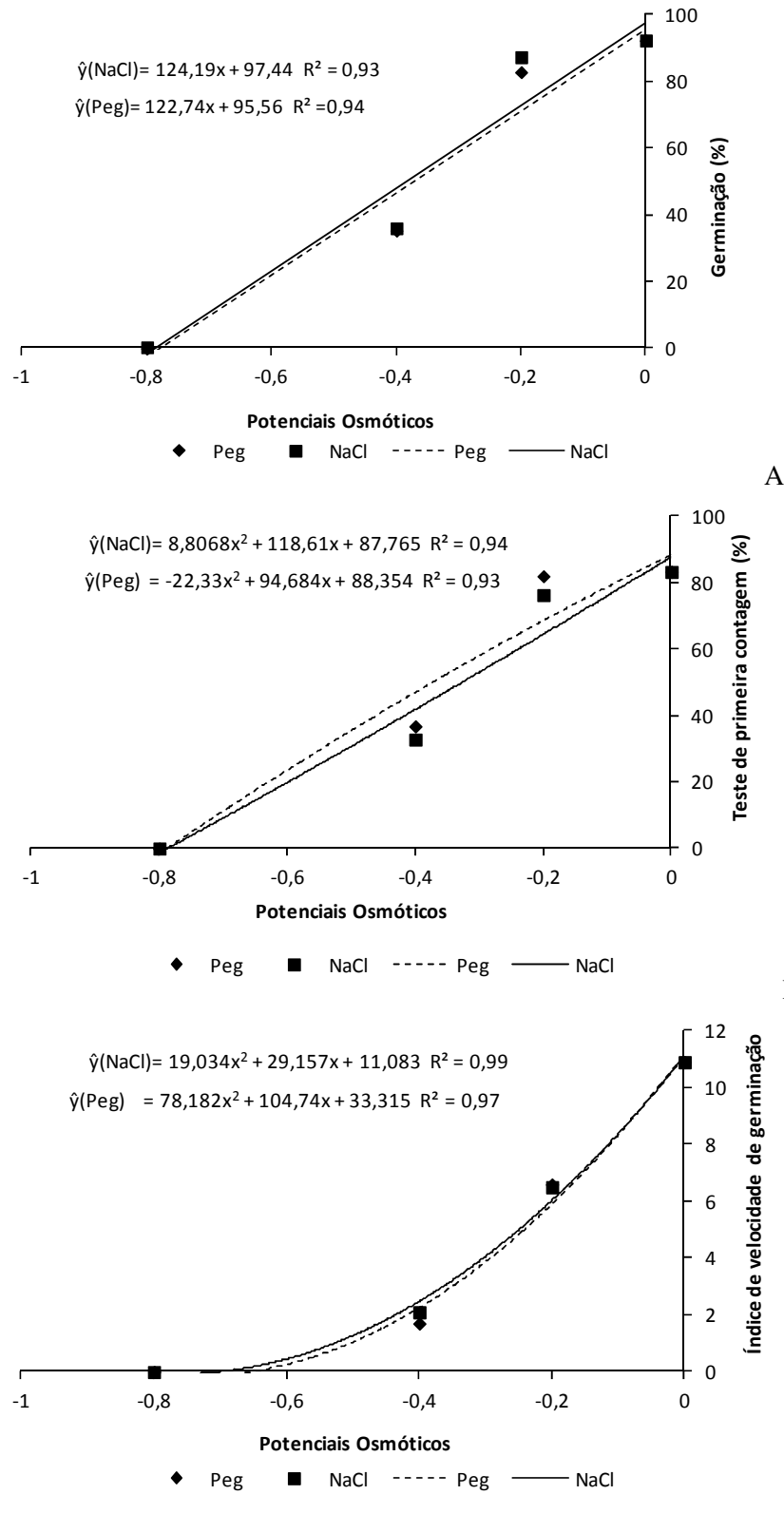


Figura 5- Germinação acumulada (A) e vigor de sementes avaliado pelo teste da primeira contagem (B) e velocidade de germinação (C) de sementes de *E. urophylla* submetidas a estresse hídrico induzido por PEG 6000 e por NaCl, nos potenciais osmóticos de 0,00MPa, -0,02 MPa, -0,04 MPa e -0,08 MPa.

A redução do potencial hídrico, associada ao efeito tóxico dos sais, interfere inicialmente no processo de absorção de água pelas sementes, o que pode influenciar na germinação, no vigor das plântulas e, conseqüentemente, no desenvolvimento normal das plantas (MARCOS FILHO, 2005; YAMASHITA et al., 2009; GHADERI-FAR et al., 2010).

Para a germinação, primeira contagem e índice de velocidade de germinação, a comparação dos valores obtidos dentro de cada nível de potencial osmótico permitiu constatar que não houve influência entre os agentes osmóticos PEG e NaCl, nem interação entre os agentes osmóticos e potencial osmótico, tanto para *E. camaldulensis* (Figura 3) e *E. citriodora* (Figura 4) como para *E. urophylla* (Figura 5).

Os valores de germinação, primeira contagem e índice de velocidade de germinação (Figuras 3, 4 e 5) permitem verificar que o estresse promovido por ambos os agentes osmóticos prejudicou estes parâmetros de forma significativa e progressiva a partir do potencial osmótico de -0,2 MPa, para todas as espécies avaliadas. No potencial osmótico de -0,8 MPa nos dois agentes osmóticos não houve mais germinação para todas as espécies, exceto *E. robusta*, sob condição de estresse hídrico (Tabela 1) e *E. camaldulensis*, *E. citriodora* e *E. urophylla* sob estresse salino (Tabela 2), mas com valores próximos a zero. Assim, constatou-se que, de modo independente da substância utilizada para indução do estresse, o potencial osmótico limite para a germinação das espécies de eucalipto estudadas situa-se entre -0,4 e próximo a -0,8 MPa.

Tabela 1. Germinação acumulada (%) de sementes de diferentes espécies de eucalipto submetidas a estresse hídrico induzido por PEG 6000 nos potenciais osmóticos de 0,00 Mpa, -0,02 Mpa, -0,04 MPa e -0,08 MPa.

Espécies	Potenciais Osmóticos (MPa)							
	0		-0,2		-0,4		-0,8	
<i>E. camaldulensis</i>	100,0	a A	68,9	b B	32,1	b C	0,0	a D
<i>E. citriodora</i>	100,0	a A	105,0	a A	78,3	a B	0,0	a C
<i>E. grandis</i>	100,0	a A	87,1	ab A	23,4	bc B	0,0	a C
<i>E. robusta</i>	100,0	a A	90,5	a A	63,0	a B	0,9	a C
<i>E. urophylla</i>	100,0	a A	93,5	a A	9,8	c B	0,0	a B
F espécie (E)			15,148**					
F Potencial Osmótico (PO)			476,511**					
F (E) X (P.O.)			9,690**					
CV (%)			16,35					

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$); ** - valor significativo pelo teste F ($p \leq 0,01$); C V – coeficiente de variação. As médias foram apresentadas com dados não transformados.

Tabela 2. Germinação acumulada (%) de sementes de diferentes espécies de eucalipto submetidas a estresse hídrico induzido por NaCl nos potenciais osmóticos de 0,00 Mpa, -0,02 Mpa, -0,04 MPa e -0,08 MPa.

Espécies	Potenciais Osmóticos (MPa)							
	0		-0,2		-0,4		-0,8	
<i>E. camaldulensis</i>	100,0	a A	66,0	b B	45,0	ab B	2,20	a C
<i>E. citriodora</i>	100,0	a A	100,3	a A	68,5	a B	0,90	a C
<i>E. grandis</i>	100,0	a A	90,4	ab A	31,9	bc B	0,00	a C
<i>E. robusta</i>	100,0	a A	83,3	ab A	53,7	ab B	0,00	a C
<i>E. urophylla</i>	100,0	a A	74,5	b B	12,9	c C	0,20	a C
F espécie (E)				5,869**				
F Potencial Osmótico (PO)				251,113**				
F (E) X (P.O.)				3,380**				
CV (%)				22,17				

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$); ** - valor significativo pelo teste F ($p \leq 0,01$); C V - coeficiente de variação. As médias foram apresentadas com dados não transformados.

Nas Tabelas 1 e 2 estão apresentados os resultados de germinação acumulada das diferentes espécies de eucalipto dentro de cada agente osmótico, assumindo que a germinação foi de 100% na testemunha, ou seja, em potencial osmótico 0,0 MPa. Em condição de estresse hídrico, a espécie *E. camaldulensis* foi a que apresentou os menores valores de germinação, sendo influenciada a partir do potencial de -0,2 MPa. Neste mesmo potencial não se observou diferenças com o potencial 0,0 MPa na germinação das outras espécies. Com a redução do potencial para -0,4 Mpa, as espécies *E. citriodora* e *E. robusta* apresentaram os melhores desempenhos, podendo ser indicadas como as menos sensíveis ao estresse hídrico.

Em condições de estresse salino (Tabela 2) as espécies *E. camaldulensis* e *E. urophylla* apresentaram reduções na germinação a partir do potencial -0,2 MPa, porém neste potencial osmótico não houve diferença estatística entre *E. camaldulensis*, *E. grandis*, *E. robusta* e *E. urophylla* e para *E. grandis* e *E. urophylla* não houve diferença estatística em -0,4 MPa. *E. urophylla* foi a espécie mais prejudicada em potenciais mais baixos.

No potencial -0,8 MPa a germinação de todas as espécies foi insatisfatória, com valores próximos a zero, tanto no estresse hídrico como no salino. Esses resultados foram similares aos obtidos para sementes de *Anadenanthera colubrina* (Veloso) Brenan. (REGO et al., 2007) e *Melaleuca quinquenervia* (MARTINS et al., 2011), em que potenciais osmóticos iguais ou inferiores a -0,8 MPa, devido a PEG ou NaCl, impediram a germinação.

CONCLUSÕES

A tendência de redução no desempenho germinativo com o aumento do estresse hídrico e salino foi verificada para todas as espécies estudadas.

E. camaldulensis é a espécie mais sensível ao estresse hídrico, e *E. urophylla* ao estresse salino.

As sementes de *E. robusta* apresentam maior adaptação para germinar sob estresse salino moderado, entre -0,2 e -0,4 MPa.

Para todas as espécies, o limite para germinação é de -0,8 Mpa, independentemente da substância utilizada para indução do estresse.

ABSTRACT: The knowledge of the physiology of *Eucalyptus* spp. germination may contribute significantly to the development of management and choice of suitability of the deployment areas. The aim was to evaluate the effects of water and salt stress on seed germination of *Eucalyptus camaldulensis*, *E. citriodora*, *E. grandis*, *E. robusta* and *E. urophylla*. The seeding was done with four replicates of 0.05 g of seeds in paper moistened with solutions at potentials of

0.0, -0.2, -0.4, and -0.8 MPa, induced with polyethylene glycol (PEG 6000) and NaCl. The germination test was in 25 ° C in the presence of light. Were evaluated the first test score seven days after sowing, and weekly germination (normal seedlings) until 28 days. Were also calculated the germination speed index. Water stress causes a greater reduction in the rate of germination and accumulated germination of *E. camaldulensis* and *E. citriodora* seeds than salt stress, and the seeds of *E. robusta* are more adapted to germinate under salt stress moderate, between -0.2 and -0.4 MPa. Regardless of the substance used to induce stress, the threshold for germination was -0.8 MPa. The *E. camaldulensis* is the most sensitive specie to water stress and *E. urophylla* most sensitive to salt stress.

KEYWORDS: Osmotic stress. Osmotic potential. Salinity. Vigor.

REFERÊNCIAS

- ANGELI, A. **Indicações para escolha de espécies de Eucalyptus**. Disponível em: <<http://www.ipef.br/identificacao/eucalyptus/indicacoes.asp>>. Acessado em 11 de abril 2012.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DA ASSOCIAÇÃO DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS DO BRASIL (ABRAF). Disponível em: <<http://www.abraflor.org.br>>. Acessado em 11 de abril 2012.
- 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**, Pelotas, v. 29, n. 1, p. 98-106, 2007.
- BETONI, R.; SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M. Salinidade e temperatura na germinação e vigor de sementes de mutambo (*Guazuma Ulmifolia* Lam.) (Sterculiaceae). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 3, supl. 1, p. 605-616, 2011.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2.ed. New York: Plenum Press, 445p. 1994.
- BOTELHO, B. A.; PEREZ, S. C. J. G. A. Estresse hídrico e reguladores de crescimento na germinação de sementes de canafístula. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 1, p. 43- 49, 2001.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009. 399 p.
- FAÇANHA, J. G. V.; OLIVA, M. A.; LOPES, N. F.; BARROS, N. F. Relação germinação/crescimento em espécies de eucalipto submetidas a estresse hídrico. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 7, n. 2, p. 177-187, 1983.
- 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, 2004.
- FONSECA, S. C. L.; PEREZ, S. C. J. G. A. Ação do polietileno glicol na germinação de sementes de *Adenantha pavonina* L. e o uso de poliaminas na atenuação do estresse hídrico sob diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 25, n. 1, p. 1-6, 2003.
- GHADERI-FAR, F.; GHEREKHLOO, J.; ALIMAGHAM, M. Influence of environmental factors on seed germination and seedling emergence of yellow sweet clover (*Melilotus officinalis*). **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, n. 3, p. 436-469, 2010.
- GRATTAPAGLIA, D.; BRADSHAW, H. D. Nuclear DNA content of commercially important Eucalyptus species and hybrids. **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, v. 24, n. 5, p. 1074-1078, 1994.
- HARDEGREE, S. P.; EMMERICH, W. E. Seed germination in response to polyethylene glycol solution. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 22, n. 1, p. 1-7, 1994.

HASEGAWA, P. M.; BRESSAN, R. A.; HANDA, S.; HANDA, A. K. Cellular mechanisms of tolerance to water stress. **HortScience**, Alexandria, v. 19, n. 3, p. 371-377, 1984.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. Trad. de C.H.B.A. Prado. São Carlos: Rima, 2000. 531p.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination and in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

MARCONDES, C. Especial-Terra para eucalipto é farta no Brasil, mas preço sobe. **G1 Economia e negócios**. Globo.com. Rio de Janeiro, 2010. Acesso em 06 de junho de 2013. <http://g1.globo.com/economia-e-negocios/noticia/2010/06/especial-terra-para-eucalipto-e-farta-no-brasil-mas-preco-sobe.html>

MARTINS, F. B.; STRECK, N. A.; SILVA, J. C.; MORAIS, W. W.; SUSIN, F.; NAVROSKI, M. C.; VIVIAN, M. A. Deficiência hídrica no solo e seu efeito sobre transpiração, crescimento e desenvolvimento de mudas de duas espécies de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 3, p. 1297-1306, 2008

MARTINS, C. C.; PEREIRA, M. R. R.; MARCHI, S. R. Germinação de sementes de *Melaleuca quinquenervia* em condições de estresse hídrico e salino. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 1-6, 2011.

NASSIF, S. M. L.; PEREZ, S. C. J. G. A. Efeitos da temperatura na germinação de sementes de amendoim-do-campo (*Pterogyne nitens* Tul.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 22, n. 1, p. 1-6, 2000.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN. 1985. 289p.

REGO, S. S.; FERREIRA, M. M.; NOGUEIRA, A. C.; GROSSI, F. Influência de potenciais osmóticos na germinação de sementes de *Anadenanthera colubrina* (Veloso) Brenan (angico-branco) - Mimosaceae. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 549-551, 2007.

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

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

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

VELLINI, A. L. T. T.; PAULA, N. F.; ALVES, P. L. C. A.; PAVANI, L. C.; BONINE, C. A. V.; SCARPINATI, E. A.; PAULA, R. C. Respostas fisiológicas de diferentes clones de eucalipto sob diferentes regimes de irrigação. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 651-663, 2008.

YAMASHITA, O. M.; GUIMARÃES, S. C.; SILVA, J. L.; CARVALHO, M. A. C.; CAMARGO, M. F. Fatores ambientais sobre a germinação de *Emilia sonchifolia*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 4, p. 673-681, 2009.