
Germinação de espécies de eucalipto sob estresse hídrico simulado

Germination under eucalypto seeds water stress in simulated

Gabriela Teodoro Rocha¹; Angélica Daiane Lemos do Prado²; Bruno Silva Melo³; Fabrício Rodrigues⁴

¹ Universidade de Brasília, UnB, Campus Darcy Ribeiro, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília, DF, Brasil.

² Universidade Federal de Goiás, UFG, Campus Samambaia, Faculdade de Agronomia, Goiânia, GO, Brasil.

³ Universidade Federal do Tocantins, UFT, Produção Vegetal, Gurupi, TO, Brasil.

⁴ Universidade Estadual de Goiás, Campus Ipameri, Ipameri, GO, Brasil.

*Autor correspondente. E-mail: gabriela_teodoro.rocha@yahoo.com.br

Recebido: 26/12/2019; Aceito: 10/02/2020

RESUMO

Os estudos relacionados com a germinação de sementes submetidas a estresses artificiais têm importância essencial para a ecofisiologia e constituem-se em mecanismos que possibilitam a avaliação dos limites de tolerância e adaptação destas espécies às condições de estresses naturais. Objetivou-se com a realização deste trabalho avaliar por meio de simulação com manitol, os diferentes níveis de tolerância ao estresse hídrico em plântulas de quatro espécies de *Eucalyptus spp.* O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial (5 x 4), com quatro repetições. As variáveis foram porcentagem de germinação (GERM), índice de velocidade de germinação (IVG) e o tempo médio de germinação (TMG). As quatro espécies de eucaliptos testadas não responderam de forma eficaz quando submetidas às concentrações osmóticas de manitol, ou seja, estas possuem alta sensibilidade ao serem submetidas a estresse hídrico. Porém, a espécie *E. camaldulensis* foi a única que obteve um limite de tolerância maior e, neste caso, suportou até -0,4 MPa.

Palavras-chave: Déficit hídrico; estresse osmótico; manitol.

ABSTRACT

Studies related to the germination of seeds subjected to artificial stresses need essential importance for ecophysiology and are used to enable the assessment of tolerance limits and changes in species and conditions of natural stresses. The objective was that the performance of this work was evaluated through simulation with mannitol, the different levels of tolerance to water stress in seedlings of four species of *Eucalyptus spp.* The experimental design adopted was the randomized, in the factorial scheme (5 x 4), with four replications. As variables for germination percentage (GERM), germination speed index (IVG) and average germination time (TMG). As four tested eucalyptus species do not respond effectively when submitted to osmotic samples of mannitol, that is, they are highly sensitive when subjected to water stress. However, one *E. camaldulensis* species was the only one that caused a higher tolerance limit and, in this case, withstood up to -0.4 MPa.

Keywords: Water deficit; osmotic stress; mannitol.

INTRODUÇÃO

O setor brasileiro de árvores plantadas apresentou crescimento de 13,1% em 2018, alcançando uma receita setorial de R\$86,6 bilhões e crescente no PIB de 1,1% no mesmo ano. O ramo da eucaliptocultura no Brasil, em 2018, obteve incremento significativo de 5,7 milhões de áreas plantadas, em função da isenção do IPI para painéis e móveis de madeira, do reestabelecimento dos preços internacionais e, ainda, do acréscimo das exportações de celulose, o que influenciou na tomada de decisão das empresas. Além disso, o setor representa papel de destaque na economia brasileira gerando aproximadamente 4,4 milhões de empregos diretos e indiretos e uma produção bruta no valor de 56,3 bilhões de reais (ABRAF, 2013; IBÁ, 2019).

O gênero *Eucalyptus* tornou-se economicamente importante para setor florestal brasileiro, uma vez que esta importância está relacionada às características adquiridas pelo melhoramento florestal, que favorecem a sua implementação em plantios homogêneos, árvores de rápido crescimento, alta produtividade volumétrica, multiplicidade de usos e adaptação a diversas regiões e climas (PEREIRA et al., 2016).

O eucalipto é uma espécie alógama, com aproximadamente 900 espécies catalogadas que compreendem os gêneros *Eucalyptus* e *Corymbia*, onde apenas as espécies *E. urophylla* e *E. deglupta* não são nativas da Austrália (BOLAND et al., 2006). As espécies apresentam diferentes indicações quanto à finalidade do plantio e condições ambientais exigidas para serem implantadas. A espécie *Eucalyptus camaldulensis*, por exemplo, é indicada pelo potencial para a produção de madeira em condições de estresse hídrico e alta temperatura comparada a outras espécies sob as mesmas condições. O *Eucalyptus urophylla* é comumente utilizado no segmento da construção civil, para a obtenção de celulose, lenha e carvão (EMBRAPA, 2017). Para reflorestamentos, devido as boas características quanto a adaptação aos diferentes florestais, bem como alta produtividade associada à boa qualidade de fibra indica-se o híbrido *Eucalyptus urograndis*, o qual é obtido através do cruzamento entre o *Eucalyptus grandis* com o *Eucalyptus urophylla* (MONTANARI et al., 2007). Já o *Eucalyptus saligna* pode ser empregado principalmente para a fabricação de móveis, laminação e serraria e é indicado para solos do tipo argiloso e arenoso (ANGELI, 2016).

Os plantios comerciais de eucalipto acabam abrangendo praticamente todo território nacional, o qual representa uma diversidade de ambientes que podem apresentar fatores limitantes como, por exemplo, o estresse hídrico (VELLINI et al., 2008). Em geral o período entre a semeadura e o estabelecimento de plântulas de espécies florestais é a fase mais crítica, em função da adaptação, que é frequentemente afetada pelas condições do solo, como temperatura elevada, compactação, salinidade e deficiência de água (SIMONI et al., 2011).

Algumas espécies apresentam a capacidade de germinar sob condições de déficit hídrico, o que pode conferir benefícios ecológicos em relação a outras que são mais sensíveis à seca (MARTINS et al., 2014). Uma maneira de simular condições de déficit hídrico é através de agentes osmóticos, como o PEG 6000 ou manitol, onde as espécies são submetidas a condições similares a de estresse hídrico (AZERÊDO et al., 2016).

Para auxiliar no desenvolvimento de novas cultivares visando tolerância ao déficit hídrico é importante realizar a seleção de genótipos, que já na fase de germinação, apresentem tolerância ao estresse, o que pode configurar na identificação de indivíduos com mecanismo de tolerância à seca e que sejam mais eficientes nos plantios comerciais (ECHER et al., 2010).

Dessa forma, objetivou-se com a realização deste trabalho avaliar por meio de simulação com manitol, os diferentes níveis de tolerância ao estresse hídrico em plântulas de quatro espécies de *Eucalyptus* spp.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Universidade Estadual de Goiás, Campus Ipameri. Para a condução do experimento foram selecionadas quatro espécies de eucaliptos localizadas no arboreto do Campus de Ipameri.

O delineamento experimental adotado foi o de inteiramente casualizados, em esquema fatorial (5x4), sendo cinco níveis osmóticos e quatro espécies, com quatro repetições, sendo utilizadas 25 sementes por parcela. As espécies escolhidas foram *E. camaldulensis* (E1), *E. urophylla* (E2), *E. urograndis* (E3), e *E. saligna* (E4). As sementes de cada espécie foram beneficiadas, os quais passaram por um processo de triagem para retirada das impurezas, resíduos ou contaminantes.

Após este processo, as sementes foram submetidas à germinação, em condições de estresse hídrico sob cinco níveis osmóticos sendo 0 (controle); -0,4; -0,8; -1,2; -1,6 Mpa de potencial osmótico, simulados por soluções de manitol (C₆ H₁₄ O₆). As sementes foram dispostas em caixas plásticas do tipo Gerbox previamente esterilizadas com álcool 70% (v/v), contendo uma folha tipo germitest, o qual foi umedecida com 2,5 vezes a sua massa, com as soluções osmóticas contendo diferentes doses.

As concentrações foram calculadas pela equação de Van't Hoff, citado por Salysbury e Ross (1992). $\Psi_{os} = RTC$ (Sendo: Ψ_{os} : potencial osmótico (atm); R: constante geral dos gases perfeitos (0,082 atm. L mol⁻¹ °K⁻¹); T: temperatura (°K) e C: concentração (mol L⁻¹).

Os gerbox foram vedados com papel filme para reter a perda de água por evaporação e a contaminação por possíveis patógenos e, então, acondicionadas em uma câmara de germinação (BOD), com umidade de 92% e temperatura de 27°C, conforme as instruções de preparo das Regras para Análise de Sementes (RAS), permanecendo num período de 30 dias (BRASIL, 2009).

As contagens das sementes germinadas foram realizadas no 5º; 10º; 15º; 20º; 25º e 30º dias, considerando-se como critério de germinação a emissão da radícula com no mínimo 2,0 mm, conforme REGO et. al. (2011).

Foram avaliados a Porcentagem de Germinação G (%), determinada pela fórmula proposta pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009):

$$G = NG \times 100 / NT$$

Sendo: NG = número de sementes germinadas; e NT = número de sementes colocadas para germinar).

O Índice de Velocidade de Germinação (IVG), calculado pela fórmula proposta por Maguire (1962):

$$IVG: (G_1/N) + (G_2/N) + (G_n/N_n)$$

Sendo: G₁, G₂ e G_n = número de plântulas normais computadas na primeira, na segunda e na última contagem; e N₁, N₂ e N_n = número de dias da semente à primeira, segunda e última contagem).

E o Tempo de Germinação, calculado pela equação proposta por Ferreira (2008):

$$t = \sum n_i \cdot t_i / \sum n_i$$

Sendo: n_i é o número de sementes germinadas dentro de determinado intervalo de tempo t_i⁻¹ e t_i.

Os dados foram transformados em raiz quadrada (x + 1)^{1/2}, uma vez que não apresentaram variâncias homogêneas pelo teste de Shapiro-Wilk. Posteriormente, foram submetidos à análise de variância pelo teste de F e as médias comparadas pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade, utilizando o programa SISVAR (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando apenas o fator estresse verifica-se que todas as variáveis apresentaram diferenças significativas entre si, constatando que as germinações das espécies de Eucalipto foram afetadas pelos diferentes potenciais osmóticos de estresse hídrico (Tabela 1). Contudo, na interação espécies x estresse hídrico observou-se que as variáveis de porcentagem de germinação e tempo médio de germinação não apresentaram significância, uma vez que apenas a variável IVG mostrou-se estatisticamente significativa.

O coeficiente de variação obtido representa resultados aceitáveis para todas as variáveis avaliadas, apresentando valores próximos a 47,24%, sendo admissível para espécies florestais. Resultados semelhantes foram

encontrados por ANTUNES et al. (2011) no qual o estresse hídrico simulado com PEG 6000 em sementes de *Caesalpinia pyramidalis* (catingueira) obteve CV% próximo de 40% nas variáveis TMG e IVG.

Tabela 1. Resumo da análise de variância da porcentagem de germinação (GERM), índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) em relação ao estresse hídrico simulado com soluções de manitol (0, -0,6, -1,2, -1,8 e -2,4 Mpa), em sementes de quatro espécies de *Eucaliptos*.

FV	GL	GERM	IVG	TMG
Estresse	4	185,06**	7,23**	8,53**
Espécies	3	0,10 ^{ns}	0,06**	0,11 ^{ns}
Estresse x Espécies	12	0,34 ^{ns}	0,06**	0,34 ^{ns}
Repetição	3	0,12	0,00	0,15
Erro	57	0,24	0,00	0,30
CV (%)		20,96	5,17	47,24

** significativo ao nível de 5% de probabilidade ($P < 0,05$), *significativo ao nível de 5% de probabilidade ($P = < 0,05$), ns não significativo ($p \geq 0,05$).

Verifica-se na Tabela 2, que o desenvolvimento inicial das plântulas das quatro espécies de Eucaliptos foi extremamente prejudicado e sensível ao estresse hídrico simulado com manitol, comparando com as espécies germinadas somente em água. A porcentagem de germinação no controle variou entre 65% a 80%, dos tratamentos impostos com manitol. O mesmo foi observado por ALMEIDA et al. (2014) constataram que a germinação de *Amburana cearensis* sob as concentrações de 0; -0,2; -0,4; -0,6; -0,8 e -1,0 MPa de PEG 6000 obteve melhor percentual germinativo, 86 e 57% na testemunha, em água, e na concentração de -0,2 MPa, no qual a partir deste potencial osmótico houve decréscimo da GERM. Contudo, BRAGA et al., (2008), em simulação de estresse hídrico com PEG 6000, observaram que as sementes de *Schizolobium amazonicum* apresentaram valores nulos de germinação com concentrações osmóticas de -0,3; -0,4 e -0,5 MPa.

A espécie *E. camaldulensis* demonstrou maior limite de tolerância ao déficit hídrico quando submetida à concentração osmótica de -0,4 MPa, sendo a única a atingir 4% de germinação em meio osmótico. Sementes que germinação rapidamente ou possuem um nível de tolerância osmótica a saís ou déficit hídrico, têm uma probabilidade de sobrevivência maior no campo, no entanto, a porcentagem exercida pela espécie *E. camadulensis* não é suficiente para que a mesma possua uma taxa de sobrevivência elevada plantios. Assim, os mesmos resultados foram observados por MARTINS et al. (2014), ao qual verificou que as cinco espécies de eucaliptos, *Eucalyptus camaldulensis*, *E. citriodora*, *E. urophylla*, *E. grandis* e *E. robusta* submetidas a estresse hídrico com PEG 6000, não apresentaram respostas satisfatórias de germinação a concentrações osmóticas superiores a -0,4 Mpa.

Em análise individual (Tabela 2), as espécies *E. saligna* e *E. urophylla* obtiveram porcentual germinativo, em água, de 78 e 76%, sendo em média 12% superior as espécies *E. camaldulensis* e *E. urograndis*. De acordo com YOUNG et al. (2000) as diferenças genotípicas são componentes condicionantes as características de germinação entre as espécies florestais. Todavia, CARVALHO et al. (2012) descrevem que os processos germinativos das sementes começam pela absorção de água por embebição, sendo necessário que estas sejam bem hidratadas para que ocorra a reativação dos seus processos metabólicos para o crescimento do eixo embrionário e o desenvolvimento das plântulas normais. Contudo o estresse hídrico prejudica o crescimento do eixo embrionário e os processos fisiológicos e bioquímicos responsáveis por desencadear o desempenho germinativo nas sementes, reduzindo assim a porcentagem de germinação nas plantas.

Os valores do índice de velocidade de germinação (IVG) (Tabela 2) apresentaram resultados significativos para todas as espécies quando as sementes foram submetidas em água e na concentração -0,2 MPa para espécie *E. camaldulensis*. Resultados semelhantes foram obtidos por NOGUEIRA et al. (2017), o qual verificaram que o melhor valor de índice de velocidade de germinação em sementes de Jurema-de-embira, sob estresse hídrico com PEG 6000 foram observadas na testemunha (0 Mpa), obtendo uma média 13 de IVG, porém houve redução na velocidade de germinação das sementes a partir das concentrações de -0,1; -0,2; -0,3; -0,4 e -0,5 MPa.

Tabela 2. Médias das variáveis porcentagem de germinação (GERM), índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) em relação ao estresse hídrico simulado com soluções de manitol (0, -0,6, -1,2, -1,8 e -2,4 Mpa), em sementes de *E. camaldulensis* (E1); *E. urophylla* (E2); *E. urograndis* (E3) e *E. saligna* (E4).

		Espécies					
		Dose (MPa)	E1	E2	E3	E4	Média
GERM		0	64,99 Ba	75,83 Aa	64,16 Ba	77,50 Aa	70,62
		-0,4	4,16 Ab	0 Bb	0,83 Bb	0 Bb	1,24
		-0,8	0 Ab	0 Ab	0 Ab	0 Ab	0
		-1,2	0 Ab	0,83 Ab	0 Ab	0,83 Ab	0,41
		-1,6	0 Ab	0 Ab	0 Ab	0 Ab	0
		Média	17,28	19,16	16,24	19,58	18,06
IVG		Dose (MPa)	E1	E2	E3	E4	Média
		0	3,93 Ba	5,51 Aa	3,02 Ca	5,50 Aa	4,49
		-0,4	0,13 Ab	0 Bb	0,02 Bb	0 Bb	0,03
		-0,8	0 Ab	0 Ab	0 Ab	0 Ab	0
		-1,2	0 Ab	0,01 Ab	0 Ab	0,06 Ab	0,01
		-1,6	0 Ab	0 Ab	0 Ab	0 Ab	0
	Média	1,01	1,38	0,76	1,39	1,13	
TMG		Dose (MPa)	E1	E2	E3	E4	Média
		0	5,68 Aa	4,26 Aa	8,05 Ba	4,47 Aa	5,61
		-0,4	2,50 Ab	0 Ab	2,25 Ab	0 Ab	1,18
		-0,8	0 Ab	0 Ab	0 Ab	0 Ab	0
		-1,2	0 Ab	0 Ab	0 Ab	0 Ab	0
		-1,6	0 Ab	0 Ab	0 Ab	0 Ab	0
	Média	2,04	1,06	2,57	1,11	1,74	

¹Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade de erro.

²Médias seguidas por letras maiúsculas são analisadas em linha.

³Médias seguidas por letras minúsculas são analisadas em coluna.

REGO et al. (2011), verificaram que as sementes de *Anadenanthera colubrina* (angico-branco) em estresse hídrico simulado por manitol obtiveram redução de 6 IVG da testemunha a concentração -1,4 MPa.

Entretanto, SILVA et al. (2016) constataram valores nulos de IVG sob concentrações de -0,2 e -0,3 Mpa de PEG 6000, em sementes de *Chorisia glaziovii* O. Kuntze. Segundo KAPPES et al. (2010) o estresse hídrico reduz a IVG, predispondo a semente a uma menor tolerância aos fatores ambientais e diminuindo a formação de plântulas normais.

Em relação ao TMG houve uma variação no controle, no qual a espécie *E. urograndis* apresentou tempo superior de germinação, sendo 8 dias, em comparação as outras espécies. ANTUNES et al. (2011) observou um maior requerimento de dias no processo de germinação em sementes de catingueira quando submetidas a potenciais osmóticos por PEG 6000 a partir de -0,4 MPa. Segundo os autores FANTI et al. (2015), este retardamento pode ser devidamente explicado pelas fases de embebição das sementes, onde na primeira fase há um aumento no potencial hídrico presente nas sementes, o que acarreta uma diminuição no gradiente de absorção de água do meio e, conseqüentemente, ativação no metabolismo de germinação, elevando o teor relativo de água na semente, assim iniciando a fase 2 de embebição. Porém, na fase 3, a absorção de água se associa ao crescimento e à emergência da radícula, onde em altas concentrações de manitol a absorção de água na planta é restringida o que reduz a taxa de crescimento da radícula, ocasionado maior tempo em sua formação.

Embora o condicionamento osmótico de sementes tenha sido amplamente estudado nos últimos anos, ainda existe a necessidade de ampliar os conhecimentos básicos acerca dos diferentes aspectos com este tipo de técnica, principalmente para espécies florestais (SANTOS et al., 2011).

Empresas multinacionais que dispõem de tecnologias avançadas, implantam suas florestas com mudas oriundas de clones, porém, é importante conhecer o comportamento da germinação de sementes de diferentes espécies de eucalipto já que mudas a partir de sementes são ferramentas para programas de melhoramento e ainda são frequentemente utilizadas pelo pequeno produtor em função do menor custo (SILVA, 2009).

CONCLUSÃO

As espécies de eucalipto apresentaram alta sensibilidade ao estresse hídrico quando submetidas a concentrações osmóticas de manitol.

A *E. camaldulensis* apresentou maior tolerância ao déficit hídrico com relação as outras espécies.

REFERÊNCIAS

ABRAF. Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas do Brasil. **Anuário estatístico da ABRAF (2011)**. Disponível em <<http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/bitstream/handle/123456789/3909/anuario-ABRAF2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em 20 de Junho de 2016.

ANGELI, A. Indicações para escolha de espécies de *Eucalyptus*. Disponível em:<<http://www.ipef.br/identificacao/eucalyptus/indicacoes.asp>>. Acessado em 05 de junho de 2016.

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

ANTUNES, C. G. C.; PELACANI, C. R.; RIBEIRO, R. C.; SOUZA, J. V.; SOUZA, C. L. M.; CASTRO, R. D. Germinação de sementes de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (catingueira) submetidas a deficiência hídrica. **Revista Árvore**, v. 35, n. 5, p. 1007-1015, 2011.

AZERÊDO, G. A.; DE 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.

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

BOLAND, D. J.; BROOKER, M. I. H.; CHIPPENDALE, G. M.; HALL, N.; HYLAND, B. P. M.; JOHNSTON, R. D.; KLEINING, D. A.; MCDONALD, M. W.; TURNER, J. D. **Forest trees of Austrália**. 5 ed. Colingwood: Csiro, 2006. 768 p. Disponível em: <http://books.google.com.br/books?id=CRQg11hSJ1kC&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false>.

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

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.

ECHER, F. R.; CUSTÓDIO, C. C.; HOSSOMI, S. T.; DOMINATO, J. C.; MACHADO NETO, N. B. Estresse hídrico induzido por manitol em cultivares de algodão. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 4, p. 638-645, 2010.

EMBRAPA. Finalidade da produção de eucalipto. Acesso em 22 de abril de 2017. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/eucalipto/arvore/CONTAG01_2_31102006143330.html>.

FANTI, S. C.; PEREZ, S. C. J. D. A. Efeitos do estresse hídrico e salino na germinação de *Bauhinia forficata* Link. **Ceres**, v. 43, n. 249, 2015.

FERREIRA, A. G.; BORGUETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Artmed, 2008.

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

KAPPES, C.; ANDRADE, J. A. C.; HAGA, K. I.; FERREIRA, J. P.; ARF, M. V. Germinação, vigor de sementes e crescimento de plântulas de milho sob condições de déficit hídrico. **Scientia Agraria**, v.11, n.2, p.125-134, 2010.

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

MARTINS, C. C.; PEREIRA, M. R. R.; LOPES, M. T. G. Germination of eucalyptus seeds under water and salt stress. **Bioscience Journal**, v. 30, p. 318-329, 2014.

MONTANARI, R.; MARQUES, J.; CAMPOS, M. C. C.; CAVALCANTE, Í. H. L. Níveis de resíduos de metalurgia e substratos na formação de mudas de eucalipto (*Eucalyptu urograndis*). *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, v. 7, n. 1, p. 59-66, 2007.

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

PEREIRA, A. R. S.; CORDEIRO, M. A.; ABREU, J. C.; SANTOS, R. O.; SILVA, J. N. M. Modelagem volumétrica para *Eucalyptus urograndis* no município de Porto Grande, Amapá, Brasil. **Biota Amazônia**, v. 6, n. 4, p. 10-14, 2016.

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

SALYSBURY, F. B. E ROSS, C. W. *Plant physiology*. 4th ed. Belmont: Wadsworth Publishing Company, 682p, 1992.

SANTOS, A. R. F.; SILVA-MANN, R.; FERREIRA, R. A.; SILVA, A. V. C. RESTRIÇÃO hídrica em sementes de jenipapo (*Genipa americana* L.). **Revista Árvore**, v. 35, n. 2, p. 213-219, 2011.

SIMONI, F.; COSTA, R. S.; FOGAÇA C. A.; GEROLINETO, E. Sementes de *Sorghum bicolor* L. – Gramineae, submetidas ao estresse hídrico simulado com PEG (6000). **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 11, n. 1, p. 188 -192, 2011.

SILVA, M. L. M.; ALVES, E. U.; BRUNO, R. D. L. A.; SANTOS-MOURA, S. S.; NETO, A. P. S. Germinação de sementes de *Chorisia glaziovii* O. Kuntze submetidas ao estresse hídrico em diferentes temperaturas. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 3, p. 999-1007, 2016.

SILVA, P. A. Condicionamento fisiológico em sementes de Eucalipto Urograndis. Dissertação apresentada a Universidade Federal de Lavras – UFLA, 97 p., 2009.

SNIF. As florestas plantadas. Sistema Nacional de Informações Florestais. Brasília-DF, 2017. Disponível em <<http://www.florestal.gov.br/snif/recursos-florestais/as-florestas-plantadas>>. Acesso em: 21 de março de 2017.

VELLINI, A. L. T. T.; DE 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**, v. 32, n. 4, p. 651-663, 2008.

YOUNG, A.; BOSHIER, D.; BOYLE, T. (Eds.). **Forest conservation genetics**. Melbourne: CSIRO Publishing, 2000. p. 197-213.