



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL

NATALINE VALENZUELA DE ALCÂNTARA

Condicionamento Osmótico em sementes de *Corymbia citriodora* (Hook.)

K.D.Hill & L.A.S. Johnson

Orientador: Dr: Valdemir Antônio Laura

Campo Grande – MS

Março 2012



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL

NATALINE VALENZUELA DE ALCÂNTARA

Condicionamento Osmótico em sementes de *Corymbia citriodora* (Hook.)

K.D.Hill & L.A.S. Johnson

“Dissertação apresentada como um dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Biologia Vegetal junto ao Centro de Ciências Biológicas e da Saúde.

Campo Grande – MS

Março 2012

*"Todo aprendizado é semente plantada com o tempo fruto
colhido, chamado: Sabedoria!"*

Meury Kellme"

Dedico

Aos meu pais, Milton e Alva, à minha irmã Naiade e ao Victor pelo incentivo e apoio ao estudo.

Ao meu esposo, Leandro pela ajuda, compreensão e carinho.

Ofereço

Ao meu filho Nicolás.

Agradecimentos

À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, e ao Programa de Pós-graduação em Biologia vegetal pela oportunidade de realizar o mestrado.

Ao professor doutor Valdemir Antônio Laura pela orientação e confiança.

À CAPES pela concessão de bolsa de estudo durante o curso.

À todos os professores do programa do mestrado em Biologia Vegetal pela atenção a mim dispensada.

À professora doutora Liana Baptista de Lima, por toda ajuda, esclarecimentos e apoio nos momentos mais difíceis.

Aos meus amigos e colegas da turma de mestrado pelos momentos que passamos juntos.

Às minhas amigas Vanessa Samúdio e Vanessa Soares pela ajuda durante os experimentos e amizade durante o curso.

Índice

RESUMO.....	8
ABSTRACT.....	9
1 - Introdução	
1.1 Espécie <i>Corymbia citriodora</i>	10
1.2 Condicionamento Fisiológico.....	11
2 - Referências Bibliográficas.....	15
3 - ARTIGO 1: Absorção de água por sementes de Eucalipto citriodora em diferentes potenciais hídricos.....	18
Resumo.....	18
Abstract.....	18
Introdução.....	19
Material e Métodos.....	20
Resultados e Discussão.....	21
Conclusão.....	23
Referências Bibliográficas.....	24
Documentos suplementares.....	27
- Tabela 1: Fase II do processo de embebição das sementes de eucalipto limão em água destilada (0,0 MPa) e em solução de polietilenoglicol em diferentes concentrações (-0,2; -0,4 e -0,6MPa).	27
- Figura 1: Curva de embebição das sementes de Eucalipto citriodora após diferentes períodos de embebição em água destilada (0,0) e solução de polietilenoglicol a (-0,2), (-0,4) e (0,6) MPa.....	27
4 - ARTIGO 2: Condicionamento osmótico em sementes de <i>Corymbia citriodora</i>	28
Resumo.....	28
Abstract.....	28
Introdução.....	29
Material e Métodos.....	30
Resultados e Discussão.....	31
Conclusão.....	34
Referências Bibliográficas.....	35

Documentos suplementares.....	38
- Tabela 1: Tempo de condicionamento em horas para sementes de <i>Corymbia citriodora</i> em diferentes potenciais.....	38
- Tabela 2: Teor de água das sementes de <i>Corymbia citriodora</i> antes e após o condicionamento osmótico e após secagem.....	38
- Figura 1: Primeira contagem do teste de germinação de sementes de <i>Corymbia citriodora</i> osmocondicionadas em diferentes potenciais osmóticos.....	39
- Figura 2: Contagem final do teste de germinação de sementes da espécie <i>Corymbia citriodora</i> , osmocondicionadas em diferentes potenciais osmóticos.....	39
- Figura 3: Índice de velocidade de germinação de sementes de <i>Corymbia citriodora</i> , osmocondicionadas em diferentes potenciais osmóticos.....	40
- Figura 4: Tempo médio de germinação em dias de sementes de <i>Corymbia citriodora</i> , osmocondicionadas em diferentes potenciais osmóticos.....	40
- Figura 5: Porcentagem final de plantas normais após a germinação de sementes de <i>Corymbia citriodora</i> , osmocondicionadas em diferentes potenciais osmóticos.....	41
5 – Considerações Finais.....	42
6 - ANEXO: Normas gerais para publicação de artigos na Revista Seed Science Research	

RESUMO

Condicionamento Osmótico em sementes de *Corymbia citriodora* (Hook.) K.D.Hill & L.A.S.

Johnson

O condicionamento das sementes é um tratamento que tem sido destinado a melhorar a germinação em hortaliças e também espécies florestais. Esse tratamento pode reduzir o tempo de germinação, além de aumentar a porcentagem e uniformidade de germinação das sementes. Assim, neste trabalho objetivou-se verificar o efeito do condicionamento osmótico na porcentagem e velocidade de germinação de sementes de *Corymbia citriodora*. Inicialmente, realizou-se a curva de embebição das sementes em água destilada e em solução de polietilenoglicol 6000 a -0,2; -0,4 e -0,6MPa, a fim de verificar o tempo necessário para emissão da raiz primária em cada potencial osmótico. Após a determinação deste tempo, as sementes foram imersas em água destilada e nas soluções de polietilenoglicol 6000. Logo após o condicionamento, sementes condicionadas e não condicionadas (testemunha) foram avaliadas em laboratório quanto a: porcentagem, índice de velocidade de germinação, tempo de germinação, primeira contagem e plantas normais. O condicionamento das sementes é viável pois aumenta a uniformidade, a velocidade de germinação e diminuiu o tempo médio de germinação, sendo o potencial osmótico -0,4 MPa o que promoveu os melhores resultados.

Palavras-chave: eucalyptus, condicionamento, germinação.

ABSTRACT

Osmopriming of seeds *Corymbia citriodora* (Hook.) KD Hill & LAS Johnson

The osmopriming of seeds is a treatment that has been designed to improve seed germination in vegetables as well as forest species. This treatment may reduce the germination time and increases the percentage and uniformity of seed germination. Thus, this study aimed to verify the effect of priming on percentage and speed of germination of *Corymbia citriodora*. Initially, there was the curve of soaking the seeds in distilled water and dissolved polyethyleneglycol 6000 to -0.2, -0.4 and -0.6 MPa, in order to check the time required for issuance of each primary root osmotic potential. After determining this time, the seeds were immersed in distilled water and the polyethyleneglycol 6000. Soon after priming, seeds primed and unprimed (control) were evaluated in the laboratory as: percentage, speed germination, time of germination, first count and normal plants. The priming of the seeds is viable because it increases the uniformity, rapid germination and decreased the average time of germination, osmotic potential -0.4 MPa which promoted the best results.

Keywords: eucalyptus, priming, germination.

1 Introdução Geral

1.1 Espécie *Corymbia citriodora*

Originária da Austrália, a espécie *Corymbia citriodora* (Myrtaceae), é uma árvore perenifólia, atinge de 10 a 30 metros de altura, de clima tropical, cresce bem em todos os tipos de solo e ocupa um lugar de destaque no segmento de plantas aromáticas. Suas folhas possuem um forte odor de citronela e sua multiplicação se dá exclusivamente por sementes (Lorenzi et al. 2003).

A espécie tem grande importância econômica, pois é amplamente cultivada para diversos fins, como reflorestamentos, recuperação de áreas degradadas, ornamentação de parques e jardins de prédios, produção de madeira, postes, carvão, papel, indústria farmacêutica e cosmética, construção civil, artigos de limpeza (detergentes, saponáceos), repelente (inseticida e antimicrobiano), e principalmente para extração de óleos essenciais (Lorenzi e Souza 2005). O Brasil é o maior produtor de óleo essencial obtido das folhas de *C. citriodora* (Vitti e Brito, 2003). Diante disso é imprescindível desenvolver estudos para alavancar a produção de mudas, visando subsidiar a comercialização da espécie.

Guimarães et al, 1983, verificaram que embora a espécie apresente alta densidade de madeira, apresenta os menores índices de enraizamento, quando comparado com outras espécies de eucalipto, e isso dificulta a multiplicação da espécie por reprodução vegetativa. Lopes et al. 2002, enfatizam que o conhecimento das condições adequadas para a germinação de sementes de uma espécie é de fundamental importância, principalmente pelas respostas diferenciadas que ela pode apresentar devido a diversos fatores, como dormência, condições ambientais (água, luz, temperatura e oxigênio) e ocorrência de patógenos.

Vários tratamentos têm sido estudados para aumentar a porcentagem de germinação das sementes e sua capacidade de tolerar os diferentes tipos de ambientes, além de reduzir o tempo

compreendido entre a semeadura e a emergência de plântulas, dentre esses o condicionamento fisiológico.

1.2 Condicionamento Fisiológico

O Condicionamento fisiológico ou priming proposto por Heydecker e Gibbins (1978), é um conjunto de técnicas pré-semeadura, que visa melhorar o desempenho das sementes no que diz respeito à velocidade e uniformidade da germinação, tolerância ao estresse e superação de dormência. O fator inicial e essencial que determina a germinação de sementes viáveis e não dormentes, é a disponibilidade de água para a embebição (Bewley e Black, 1994), sendo germinação a retomada do crescimento do eixo embrionário (Carvalho & Nakagawa, 2000).

Segundo Bewley e Black (1978) o processo de absorção de água pelas sementes durante a germinação segue um padrão trifásico:

- Fase I: Ocorre a embebição de água pela semente em grande intensidade. A embebição é um processo puramente físico, sem gasto de energia, que ocorre por diferença de potencial hídrico. Inicia-se a reidratação dos tecidos, aumento da respiração, ativação de enzimas, síntese de RNA e reparos das injúrias sofridas pela semente.
- Fase II: Há síntese de novas enzimas, proteínas, mitocôndrios, mobilização das reservas. Ocorre a estabilização da embebição, pois os potenciais hídricos do meio e da semente ficam muito próximos e inicia-se o processo bioquímico para germinação.
- Fase III: Ocorre síntese de DNA, crescimento e alongamento celular que culminam com a emissão da raiz primária.

Assim, o condicionamento fisiológico consiste no controle da embebição das sementes em solução aquosa, permitindo a hidratação até que os potenciais hídricos das sementes e da solução atinjam o equilíbrio, sendo ativado o processo bioquímico preparatório para germinação (Marcos Filho, 2005). O condicionamento fisiológico promove a absorção controlada de água pela semente, inicia o metabolismo durante as fases I e II da embebição e inibe a fase III (protrusão da raiz primária) do padrão trifásico da germinação (Bradford, 1986).

O condicionamento fisiológico é um tratamento que se dirige às fases I e II da embebição, onde as sementes se hidratam lentamente, o que permite maior tempo para reparar e reorganizar as membranas plasmáticas, e formar tecidos de maneira mais ordenada, reduzindo riscos de danos ao eixo embrionário (Castro et al., 2004).

Segundo Bradford (1999), é durante a fase II do condicionamento que se ativa a digestão das reservas, sua translocação e assimilação, para que as sementes condicionadas atinjam o estado metabólico relativamente uniforme quando o acesso à água ou solução é interrompido (Figura 1).

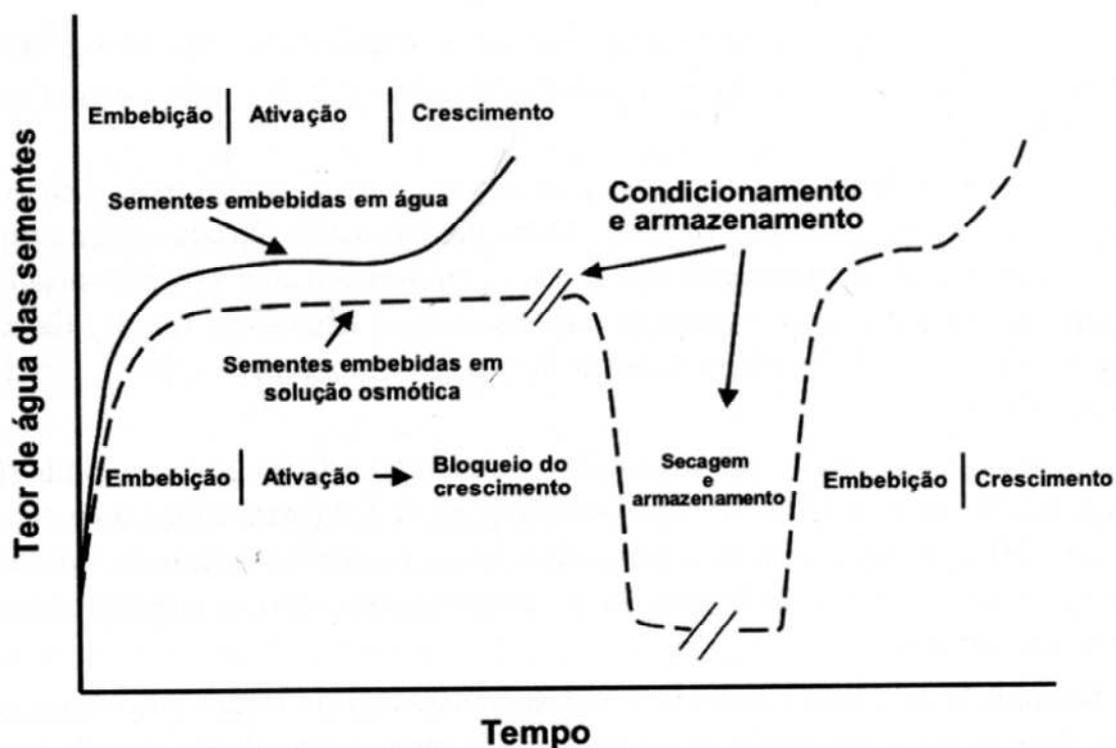


Figura 1. Esquema geral das etapas e principais eventos do condicionamento fisiológico (Bradford, 1999, modificado por Marcos Filho, 2005).

Conforme a semente embebe água, ela se torna menos tolerante à dessecação. Dessa forma, desidratar a semente até a Fase II da embebição, não resulta em danos irreparáveis para o embrião. Para conhecimento do grau de tolerância à dessecação, há necessidade de se saber a velocidade de embebição em diferentes potenciais hídricos (Delgado e Barbedo, 2007).

Dependendo do procedimento adotado, o tratamento é denominado condicionamento hídrico (hidrocondicionamento), condicionamento osmótico (osmocondicionamento), condicionamento mátrico (matricondicionamento), ou ainda, *priming* (Khan et al., 1980-81). No condicionamento mátrico as sementes são misturadas com um material sólido e água em proporções planejadas, com o objetivo de controlar a velocidade de embebição (Marcos Filho, 2005). No condicionamento osmótico, a solução em contato com os tecidos da semente deve ser constituída por soluto não tóxico e estável, não estando predisposto a alterações causadas durante a utilização (Bradford, 1986; Khan, 1992).

A presença de solutos altera as propriedades da água, resultando numa pressão osmótica diferente de zero na solução. Os solutos utilizados não podem ser tóxicos, promover alterações nas estruturas, penetrar no sistema de membranas das células, serem metabolizados e nem estarem sujeitos à deterioração microbiana durante o condicionamento das sementes (Bradford, 1986). As substâncias utilizadas como agente osmóticos são os sais (K_3PO_4 , KH_2PO_4 , $MgSO_4$, $NaCl$, KNO_3), poliálcoois (manitol, sorbitol, polietilenoglicol-PEG e glicerol). No entanto, Santos et al. (2008) relataram que a maioria desses solutos não apresenta características desejáveis. O soluto mais utilizado para este tipo de tratamento é o Polietilenoglicol 6000 (PEG 6000), pois tem elevado peso molecular, é inerte, ou seja, não participa efetivamente de reações químicas e é atóxico para sementes (Villela et al. 1991).

O condicionamento osmótico reduz o tempo e a heterogeneidade de germinação das sementes, além de proporcionar a tolerância das sementes e plântulas às temperaturas sub-ótimas (Khan, 1980).

Os benefícios observados com o condicionamento osmótico são: aumento na velocidade de germinação e emergência de plantas, uniformidade do processo germinativo e crescimento das plantas, redução de injúrias durante a embebição e tolerância ao estresse após a semeadura e durante a germinação (Nascimento, 2004; Marcos Filho, 2005).

Este tratamento tem sido utilizado para estudos com diversas espécies como sorgo doce (Patane et al. 2009), espinafre (Chen e Arora, 2010), salsa (Contreiras Rodrigues et al. 2009), tamboril da mata (Borges et al. 2002), pimenta amarela comprida (Fialho et al. 2010), pepino (Lima et al. 2010), angico (Pinho et al. 2010), e *Corymbia citriodora* e *Eucalyptus grandis* (Córdoba et al. 1995).

Em vista do exposto, o estudo de alternativas para o aumento da uniformidade da germinação, pode contribuir para o desenvolvimento de métodos que utilizáveis industrialmente, permitam a comercialização de sementes mais vigorosas e de alta qualidade, uma vez que a reprodução vegetativa da espécie é de difícil manejo e não gera resultados satisfatórios (comunicação pessoal, Laura, V. A., Melotto, A.; Verônica, D. A.). Estas respostas poderão trazer benefícios no que compete à homogeneidade do processo germinativo, bem como da velocidade de germinação, para a produção de mudas visando exploração comercial e ambiental das potencialidades de *C. citriodora*.

2. Referências

BEWLEY, J.D. and BLACK, M. (1994). *Seeds: Physiology of Development and germination*. Plinum Press, New York.

BEWLEY, J.D. and BLACK, M. (1978). *Physiology and Biochemistry of Seeds in Relation to Germination*. New York, Springer- Verlag, v.1. 306p.

BORGES, E. L., PEREZ, SONIA CRISTINA J.G.A.; GONÇALVES, R. C.; REZENDE, S.T. and GARCIA, S. R. (2002). Comportamento fisiológico de sementes osmocondicionadas de *Platymiscium pubescens* Micheli (tamboril-da-mata). *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.26, n.5, p.603-613.

BRADFORD, K.J. (1999). Post-harvest enhancement of seed quality. In: Hilhorst, H.W.M.;

BRADFORD, K.J.;and PAIVA, G.R. (1986). Workshop on advanced topics in seed physiology and technology. Lavras, Ufla, p. 54-57.

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

CARVALHO, N. M. and NAKAGAWA, J. (2000). *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. 4ª ed. Funep, Jaboticabal.

CASTRO, R.D.; BRADFORD, K.J. and HILHORST, H.M. (2004). Desenvolvimento de sementes e conteúdo de água. In: Ferreira, A.G.; Borghetti, F. (Org.). *Germinação: do básico ao aplicado*. Porto Alegre: Artmed. p.51-67.

CHEN, K. and ARORA, R. (2010). Dynamics of the antioxidant system during seed osmopriming; post-priming germination; and seedling establishment in Spinach (*Spinacia oleracea*). *Plant Science*.

CONTREIRAS RODRIGUES, A.P.D.; LAURA, V.A.; CHERMOUTH, K. DA S. and GADUM, J.; (2009). Osmocondicionamento de sementes de salsa (*Petroselinum sativum* Hoffm.) em diferentes potenciais hídricos. *Ciência Agrotécnica*, v.33, n.5, p.1288-1294.

- CORDOBA G. A. T., BORGES, E. L., GONÇALVES, R. C. and NEVES, J. C. L.** (1995). Osmocondicionamento, secagem e armazenamento de sementes de *Eucalyptus citriodora* Hook e *Eucalyptus grandis* W. Hill (ex Maiden). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 17, n 1, p. 81-95.
- DELGADO, L.F. and BARBEDO, C.J.** (2007). Tolerância à dessecação em sementes de espécies brasileiras de Eugenia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 42.
- FIALHO G. S., SILVA, C. A., DIAS, D. F. S., ALVARENGA, E. M. and BARROS, W. S.** (2010). Osmocondicionamento em sementes de pimenta 'amarela comprida' (*Capsicum annuum* L.) submetidas à deterioração controlada. *Ciência Agrotécnica*, v.34, n.3, p.646-652.
- GUIMARÃES, D. P.; MOURA, V. P. G.; RESENDE, G. C.; MENDES, C. J.; MAGALHÃES, J. G. R.; ASSIS, T. F.; ALMEIDA, M. R.; RESENDE, M. E. A. and SILVA, F. V.** (1983). Avaliação silvicultural e dendrométrica e tecnológica de espécies de *Eucalyptus*. Planaltina, DF: EMBRAPA-CPAC, 73 p. *Boletim de Pesquisa*, 20.
- HEYDECKER, W. and GIBBINS, B.M.** The priming of seeds. (1978). *Acta Horticulturae*, v.83, p.213-223.
- KHAN, A.A.; PECK, N.H. and SAMIMY, C.** (1980-81), Seed osmoconditioning, physiological and biochemical changes. **Israel Journal of Botany**, v.29, n.1-2, p.133-144.
- KHAN, A.A.** (1992). Preplant physiological seed conditioning. *Horticultural Reviews*, v.13, p. 131-181.
- LIMA, L. B. and MARCOS FILHO, J.** (2010). Condicionamento fisiológico de sementes de pepino e germinação sob diferentes temperaturas. **Revista Brasileira De Sementes**, v.32, n.1, p.138-147.
- LOPES, J.C.; PEREIRA, M.D. and MARTINS FILHO, S.** (2002) Germinação de sementes de calabura (*Muntingia calabura* L.). *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.24, n.1, p.59-66.
- LORENZI, H.; SOUZA, H. M.; VIRMOND, M.A. and BACKER, L.B.** (2003). Árvores exóticas no Brasil: madeiras, ornamentais e aromáticas, Nova Odessa, SP, Instituto Plantarum, 368p.

- LORENZI, H. and SOUZA, V.C .** (2005). *Botânica Sistemática: Guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseada em APG II*; Nova Odessa-SP; Instituto Plantarum,.
- MARCOS FILHO, J.** (2005). *Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas*. Piracicaba: Fealq, v.12.
- NASCIMENTO, W.M.** (2004). *Condicionamento Osmótico de Sementes de Hortaliças*. Circular técnica 33. Embrapa Hortaliças.
- PATANE, C., CAVALLARO, V. and SALVATORE, C. L.** (2009). Germination and radicle growth in unprimed and primed seeds of sweet sorghum as affected by reduced water potential in NaCl at different temperatures, *Industrial Crops and Products*, v 30, Issue 1.
- PINHO, D. S.; BORGES, E. E. L. and PONTES, C. A.** (2010). Avaliação da viabilidade e vigor de sementes de *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg. submetidas ao envelhecimento acelerado e ao osmocondicionamento. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.34, n.3, p.425-434.
- SANTOS, M. C. A.; AROUCHA, E. M. M.; SOUZA, M. S.; SILVA, R. F. and SOUSA, P.A.** (2008). Condicionamento osmótico de sementes. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 21, n. 2, p. 1-6.
- VILLELA, F.A.; DONI FILHO, L. and SEQUEIRA, E.L.** (1991), Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietileno glicol 6000 e da temperatura. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.26, n.11-12, p.1957-1968.
- VITTI, A. M. S. and BRITO, J. O.** (2003). Óleo essencial de eucalipto. *Documentos Florestais*. www.ipef.br/publicação.

3 - Absorção de água por sementes de *Eucalypto citriodora* em diferentes potenciais hídricos

Nataline Valenzuela de Alcântara¹, Valdemir Antônio Laura²

RESUMO - No presente trabalho foi avaliada a de absorção de água em sementes de eucalipto sob quatro potenciais hídricos: 0,0 (água destilada), -0,2; -0,4 e -0,6 MPa (soluções de polietilenoglicol) para posterior planejamento do condicionamento osmótico. Sementes da espécie foram colocadas para embeber em caixas do tipo gerbox, forradas com papel filtro previamente umedecido com 2,5 vezes o peso do papel em água ou solução, na temperatura de 25°C. O delineamento foi inteiramente ao acaso, com quatro repetições, utilizando-se 2,0 g de sementes, dividido em duas subamostras de 1,0 g. As avaliações foram realizadas a cada duas horas, por meio de pesagem em balança de precisão de 0,0001 g, até a emissão da raiz primária de pelo menos 5 sementes. Para cada tratamento foi estabelecida uma equação que se ajustasse ao padrão trifásico da germinação. Em sementes de eucalipto citriodora o condicionamento osmótico deve ser interrompido em 45 horas para 0,0 MPa, 63,5 horas para -0,2 MPa; 52 horas para -0,4 MPa e 58,5 horas para -0,6 MPa, antes do início da fase III da germinação.

Palavras-chave: Eucalyptus, embebição, sementes.

ABSTRACT - The present study evaluated the water absorption in seeds of *Eucalyptus* under four water potentials: 0.0 (distilled water), -0.2, -0.4 and -0.6 MPa (polyethyleneglycol) for future planning of priming. Seed species were put to soak in boxes gerbox lined with filter paper, previously moistened with 2.5 times the paper weight in water or solution, at a temperature of 25 ° C. The design was completely randomized with four replications, using 2.0 g of seeds, divided into two subsamples of 1.0 g. The evaluations were performed every two hours, by weighing on a precision scale of 0.0001 g, until the primary root emission of at least five seeds. For each treatment

¹ Programa de Pós-Graduação *stricto sensu* em Biologia Vegetal, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil. Autora para correspondência: natalinevac@gmail.com

² Embrapa Gado de Corte, Caixa-Postal 154, 79002-970, Campo Grande, MS, Brasil. valdemir@cnpqg.embrapa.br

was established that an equation to adjust the phase standard germination. In seeds of lemon eucalyptus priming should be discontinued 45 hours to 0.0 MPa, -0.2 MPa to 63.5 hours, 52 hours to 58.5 hours and -0.4 MPa to -0.6 MPa, before the beginning of the germination stage III. Keywords: Eucalyptus, soaking, seed.

INTRODUÇÃO

Corymbia citriodora (Hook.) K.D.Hill & L.A.S. Johnson (ex *Eucalyptus citriodora*), é uma árvore perenifólia, pode chegar à 30 m de altura. Originária da Austrália adaptou-se muito bem nos mais variados tipos de solo no Brasil (Lorenzi et al. 2003). A espécie é cultivada para reflorestamentos, produção de madeira, construção civil, indústria farmacêutica e principalmente para produção de óleo essencial (Lorenzi e Souza 2005), colocando o Brasil em destaque como o maior produtor de óleo essencial obtido de suas folhas (Vitti e Brito, 2003).

Diante de sua importância econômica é de suma importância estudos que estimulem a produção de mudas da espécie, pois o crescimento uniforme de plântulas no campo é fundamental para maior qualidade do produto final (Nascimento, 2004). Desse modo, a utilização de sementes de alta qualidade é um fator essencial para obtenção de um estande de plântulas vigorosas.

Segundo Nascimento (2002) as condições adversas em que as sementes geralmente são expostas no campo podem diminuir a produtividade de uma cultura. Neste caso, o uso de tratamentos pré-germinativos pode ser utilizado para acelerar e uniformizar a germinação. Com este objetivo o condicionamento osmótico ou "priming" esta sendo utilizado para vários tipos de espécies.

O condicionamento fisiológico é uma técnica que atua no controle da embebição da semente, na qual ocorre início da atividade metabólica com a reparação das injúrias sofridas pelas estruturas das sementes (Bray, 1995), ou seja, os processos metabólicos da germinação são ativados, mas a emissão da raiz primária é inibida (Pill, 1995).

A embebição das sementes é um processo puramente físico, onde a água entra na semente por diferença de potencial hídrico (Borges et al. 1994), e a sua velocidade depende das condições onde a semente se encontra, como temperatura, pressão, composição química da semente, tipo de tegumento e fisiologia (Hadas, 1982). A embebição segue o padrão trifásico da germinação, onde a Fase I é caracterizada pela entrada de água na semente, a fase II pela diminuição da velocidade de embebição e início dos processos bioquímicos que ativam a germinação e a fase III pela emissão da raiz primária (Bewley e Black, 1994).

Antes de iniciar o condicionamento fisiológico deve-se determinar a curva de embebição, a duração de cada fase e o nível de potencial osmótico que as sementes suportam (Contreiras et al, 2008), assim como é necessário conhecer as fases de absorção de água para que se possa determinar o momento de interromper a embebição durante a fase II (Bradford, 1995) e antes da emissão da raiz primária.

Desse modo, objetivou-se estabelecer a fase II da germinação de sementes de eucalipto citriodora, de modo a definir a duração do osmocondicionamento para as sementes.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Pesquisa de Sementes do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Foi utilizado um lote de sementes de *Corymbia citriodora* adquiridas no comércio local, com germinação inicial de 83% e grau de umidade inicial de 10%.

As sementes foram colocadas para embeber em caixas do tipo gerbox forradas com 2 folhas de papel filtro, previamente umedecido com 2,5 vezes o seu peso em água ou em solução de polietilenoglicol 6000 a -0,2; -0,4 e -0,6MPa ,preparadas conforme recomendado por Villela et al. (1991) na temperatura de 25°C conforme recomendado para espécie (Brasil, 2009) e reposição diária da água e soluções. O delineamento foi inteiramente ao acaso, com quatro repetições,

utilizando-se 2,0 g de sementes, dividido em duas subamostras de 1,0 g. As caixas foram tampadas e vedadas com fita adesiva para evitar perda de água por evaporação. Para acompanhar o progresso da curva de embebição, as sementes foram retiradas das gerbox, enxugadas com papel toalha e pesadas em balança de precisão de 0,0001g. As pesagens foram realizadas até ocorrer a protrusão da raiz primária de pelo menos 5 sementes de cada repetição dos tratamentos.

Do lote inicial foi retirada uma amostra de 1g para determinar o teor de água, e então usar como parâmetro para calcular os teores de água da curva. As sementes foram pesadas a partir de 30 minutos até completar 59 horas de embebição em água destilada (0,0) MPa, e a partir de 30 minutos até completar 112 horas de embebição nas concentrações osmóticas de -0,2; -0,4 e -0,6 MPa. Para cada tratamento foi estabelecida uma equação de 3° grau que se ajustasse ao padrão trifásico da germinação, delimitando-se assim o início, a duração e o final da fase II da germinação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do início, final e duração da embebição, bem como a quantidade de água e solução absorvidas pelas sementes de eucalipto citriodora até o início da fase II encontram-se na Tabela 1. Os valores foram calculados a partir da derivada das equações de 3° grau (Figura 1).

A fase II da embebição iniciou-se em 20,5 horas em água destilada (0,0MPa) e teve duração de 32,32 horas. No potencial -0,2MPa iniciou-se em 23,07 horas com duração de 53,86 horas. Nos potenciais -0,4MPa e -0,6MPa teve início às 45,92 e 42,79 horas com duração de 8,16 e 21,08 horas respectivamente.

As sementes embebidas nos potenciais -0,4 e -0,6 MPa tiveram uma absorção mais lenta (Fase I), porém foram as que permaneceram menos tempo na fase II (Tabela 1). Isso pode ser devido à crescente concentração do soluto, o que confirma a eficácia do soluto em diminuir a absorção de água pela semente.

A velocidade de absorção pelas sementes foi maior em água destilada e na concentração -0,2 MPa (Fase I), no entanto permaneceram mais tempo na fase II quando comparadas com os outros potenciais testados.

Observa-se rápida absorção de água pelas sementes em todos os tratamentos nas primeiras 12 horas, sendo a velocidade de embebição em água maior do que nas soluções com PEG (Figura 1). Assim, após as 12 horas de embebição as sementes apresentaram teor de água em torno de 40% para todos os tratamentos, cujo teor inicial era de 10%. Delgado et al., (2007) em sementes de pitanga, uvaia e grumixama e Pereira et al, (2007) em sementes de cenoura, também observaram um aumento do teor de água nas primeiras horas de embebição. No entanto o teor de água foi diferente entre os tratamentos. Isto pode ser explicado porque, em geral, a fase I é rápida, sendo um processo puramente físico, que depende somente da ligação da água à matriz da semente, ocorrendo em qualquer material, morto ou vivo que contêm sítios de ligação ou afinidade pela água, enquanto na fase II, as células no interior das sementes não podem absorver mais água iniciando um período conhecido como intervalo ou fase de preparação e ativação do metabolismo (Castro et al.2004).

De acordo com Bewley & Black (1994), essa rápida absorção caracteriza a fase I, onde atuam as forças matriciais das paredes e dos componentes celulares das sementes secas e os potenciais podem chegar até -100 MPa, o que justifica a rápida velocidade de absorção mesmo no maior potencial testado (-0,6MPa).

Na Figura 1, verifica-se que as sementes embebidas em água destilada (0,0) e em PEG (-0,2, -0,4 e -0,6 MPa) se ajustaram ao padrão trifásico de absorção descrito por Bewley & Black (1994), pois em todos os potenciais ocorreu a emissão da raiz primária, caracterizando o início da fase III. Segundo esses autores o padrão trifásico é caracterizado por uma rápida absorção de água, seguida de uma fase estacionária e finalizada com uma nova absorção que culmina com a emissão da raiz primária.

No entanto, o padrão trifásico clássico foi observado na curva de absorção em água destilada quando comparado com as curvas de embebição em PEG. Esse melhor ajuste do padrão trifásico em

sementes embebidas em água, também foi observado em sementes de aspargo (Bittencourt et al., 2004) e em sementes de quiabo (Dias et al., 1999).

Durante o processo de embebição, à medida que o potencial osmótico diminuiu, estendeu-se mais a fase II do padrão trifásico da germinação, implicando em maior tempo para a emissão da raiz primária. Esse fato concorda com as observações de Heydecker et al. (1973), de que a solução osmótica inibe a emergência da raiz primária durante a embebição, mas permite suficiente hidratação para o desenvolvimento dos processos metabólicos. Comprova-se, assim, a afirmativa de Popinigis (1977) de que o prazo médio de emergência é maior quando a disponibilidade de água é menor. Por outro lado, com a embebição lenta, evita-se a possibilidade de acontecer danos durante a fase de embebição (Fujikura e Karssen, 1992), como por exemplo, morte das células superficiais, maior perda de eletrólitos e de outras substâncias por exsudação e ruptura da estrutura celular (Marcos Filho, 2005).

Por outro lado, se o tempo de condicionamento permitir a emissão da raiz primária em parte das sementes, isso acarretará diminuição da qualidade do lote de sementes, pois após a emissão da raiz primária as sementes se tornam intolerantes à secagem (Akers e Holley, 1986).

Assim, de acordo com as curvas de embebição, o condicionamento de sementes de *C. citriodora* em água (0,0) pode ser realizado por um período de até 45 horas, pois após esse período ocorre a emissão da raiz primária. O condicionamento em PEG a -0,2, -0,4 e -0,6 pode ser aplicado por no máximo 63,5; 52 e 58,5 horas respectivamente.

CONCLUSÃO

A embebição por sementes de *Corymbia citriodora* deve ser interrompida: Para o potencial 0,0 (água destilada) em 45 horas. Para o potencial -0,2 MPa em 63,5 horas, para -0,4 MPa 52 horas e -0,6 em 58,5 horas.

REFERÊNCIAS

- AKERS, S.W. and HOLLEY, K.E.** (1986). SPS: A system for priming seeds using aerated polyethylene glycol or salt solutions. HortScience, Alexandria, v.21, n.3, p.529-531.
- BEWLEY, J.D. and BLACK, M.** (1994). Seeds: Physiology of Development and germination. Plinum Press, New York.
- BITTENCOURT, M.L.C; DIAS, D.C.F.S; ARAÚJO, E.F. and DIAS, L.A.S.** (2004). Controle da hidratação para o condicionamento de sementes de aspargo. Revista brasileira de sementes, v.26, n 2, p.99-104.
- BRADFORD, K.J.** (1995). Water relations in seed germination. In: KIGEL, J.; GALILI, G. (eds.). Seed development and germination. New York: Marcel Dekker Inc. p.351-396.
- BRASIL.** (2009). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília: Mapa/ACS. 399 p.
- BORGES, E. E. L.; SILVA, L. F. S. and BORGES, R. C. G.** (1994). Avaliação do osmocondicionamento na germinação de sementes de quaresminha (*Miconia candolleana* Triana.). Revista Brasileira de Sementes, Brasília, v.16, n.1, p.90-94.
- BRAY, C.M.** (1995). Biochemical processes during the osmopriming of seeds. In: KIGEL, J.; Galili, G. Seed development and germination. New York: Marcel Dekker, Inc., Cap.28, p.767-789.
- CASTRO, R.D.; BRADFORD, K.J. and HILHORST, H.M.** (2004). Desenvolvimento de sementes e conteúdo de água. In: Ferreira, A.G.; Borghetti, F. (Org.). Germinação: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed. p.51-67..
- CONTREIRAS RODRIGUES, A.P.D.; LAURA, V.A.; CHERMOUTH, K. DA S. and GADUM, J.** (2008). Absorção de água por semente de salsa, em duas temperaturas. Revista Brasileira de Sementes, vol. 30, nº 1, p.49-54.
- DELGADO, L. F. and BARBEDO, C. J.** (2007). Tolerância à dessecação em sementes de espécies brasileiras de Eugenia. Pesquisa Agropecuária Brasileira 42.

- DIAS, D. C. F.; PAIXÃO, G. P.; SEDIYAMA, M.A.N. and CECON, P. R.** (1999). Pré-condicionamento de sementes de quiabo: efeitos na qualidade fisiológica e no potencial de armazenamento. *Revista Brasileira de Sementes*, Londrina, v.21, n.2, p.224-231.
- FUJIKURA, Y. and KARSSSEN, C.** (1992). Effects of controlled deterioration and osmopriming on protein synthesis of cauliflower seeds during early germination. *Seed Sci. Res.*, 2:23-31.
- HADAS, A.**(1982). Seed-soil contact and germination. In: KHAN, A.A. (ed.). *The physiology and biochemistry of seed development, dormancy, and germination*. Amsterdam: Elsevier, p.507-527.
- HEYDECKER, W.; HIGGINS, J. and GULLIVER, Y. R.** (1973). Accelerated germination by osmotic seed treatment. *Nature*, 246: 42-44.
- LORENZI, H.; SOUZA, H. M.; VIRMOND, M.A. and BACKER, L.B.** (2003). *Árvores exóticas no Brasil: madeiras, ornamentais e aromáticas*, Nova Odessa, SP, Instituto Plantarum, 368p.
- LORENZI, H. and SOUZA, V. C.** (2005). *Botânica Sistemática: Guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseada em APG II*; Nova Odessa-SP; Instituto Plantarum.
- NASCIMENTO, W. M.** (2002). Sementes de melão condicionadas: vale a pena utilizá-las. *Horticultura brasileira*, Brasília, v. 20, n.2, p. 133-135.
- NASCIMENTO, W. M.** (2004). *Condicionamento Osmótico de Sementes de Hortaliças*. Circular técnica 33. Embrapa Hortaliças.
- PEREIRA, M. D; DIAS, D. C. F. D. S.; SANTOS, L. A. D. and ARAÚJO, E. F.** (2007). Hydration of carrot seeds in relation to osmotic potential of solution and conditioning method. *Revista Brasileira de Sementes*, 29(3), 144-150.
- PILL, W.A.** (1995). Low water potential and presowing germination treatments to improve seed quality. In: BASRA, A.S. *Seed Quality: basic mechanisms and agricultural implications*. Binghamton, NY: The Haworth Press, p.319-359.
- POPINIGIS, F.** (1977). *Fisiologia da semente*. Brasilia: AGIPLAN. 289p.

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

VITTI, A. M. S. and BRITO, J. O. (2003). Óleo essencial de eucalipto. Documentos Florestais. www.ipef.br/publicação.

Documentos Suplementares

Tabela 1: Fase II do processo de embebição das sementes de eucalipto citriodora em água destilada (0,0 MPa) e em solução de polietilenoglicol em diferentes concentrações (-0,2; -0,4 e -0,6MPa).

Fase II (horas)	0,0 MPa	-0,2 MPa	-0,4 MPa	-0,6 MPa
Início	20,51	23,07	45,92	42,79
Final	52,83	76,93	54,08	63,87
Duração	32,32	53,86	8,16	21,08
Absorção g H ₂ O/g semente	1,5472	1,6084	1,5356	1,5996

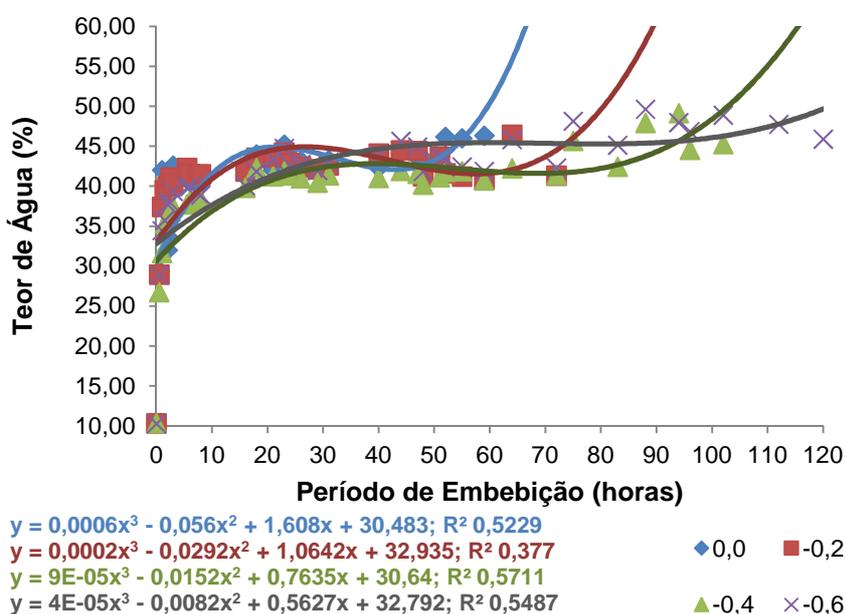


Figura 1: Curva de embebição das sementes de Eucalipto citriodora após diferentes períodos de embebição em água destilada (0,0) e solução de polietilenoglicol a (-0,2), (-0,4) e (0,6) MPa.

4 – Condicionamento osmótico em sementes de *Corymbia citriodora* (Hook.) K.D.Hill & L.A.S.

Johnson

Nataline Valenzuela de Alcântara¹, Valdemir Antônio Laura²

RESUMO - No presente trabalho teve-se como objetivo avaliar a eficiência do condicionamento osmótico em sementes de *C. citriodora* sob diferentes potenciais hídricos. As sementes foram imersas diretamente em água destilada (0,0MPa) e em soluções de polietilenoglicol à -0,2 MPa, -0,4 MPa e -0,6 MPa, por um período estabelecido conforme curva de embebição realizada anteriormente. Ao final do condicionamento as sementes foram secas por cinco dias em temperatura ambiente e colocadas para germinar a 25°C. O delineamento foi inteiramente ao acaso com quatro repetições de 100 sementes para cada tratamento além da testemunha. Foram avaliados: porcentagem, índice de velocidade e tempo médio de germinação, primeira contagem do teste de germinação e porcentagem de plantas normais. Diante dos resultados, pode-se verificar que o condicionamento osmótico em solução de PEG 6000 sob potencial de -0,4 MPa foi o mais eficaz, aumentando a porcentagem e uniformidade de germinação.

Termos para indexação: eucalipto, potencial hídrico, germinação.

ABSTRACT - In the present work was to evaluate the efficiency of priming of seeds *C. citriodora* under different water potentials. The seeds were immersed directly in distilled water (0.0 MPa) and polyethyleneglycol to -0.2 MPa, -0.4 MPa and -0.6 MPa, for a defined period performed as previously soaking curve. At the end of priming the seeds were dried for five days at room temperature and incubated at 25 ° C. The design was completely randomized with four replications of 100 seeds for each treatment and the control. Were evaluated: percentage, speed and time of germination, first count of germination test and percentage of normal plants. Therefore, the results

¹ Programa de Pós-Graduação *stricto sensu* em Biologia Vegetal, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil. Autora para correspondência: natalinevac@gmail.com

² Embrapa Gado de Corte, Caixa-Postal 154, 79002-970, Campo Grande, MS, Brasil. valdemir@cnpqg.embrapa.br

can be verified that priming in PEG 6000 -0.4 MPa in potential was the most effective, increasing the percentage of germination and uniformity.

Index terms: eucalyptus, water potential, germination.

INTRODUÇÃO

A espécie *Corymbia citriodora* apresenta uma reprodução vegetativa de difícil manejo (Guimarães, 1983). Diversos trabalhos têm sido desenvolvidos com o objetivo de desenvolver esse tipo de reprodução (Dutra et al. 2009), como por exemplo, o sucesso no uso da micropropagação na regeneração *in vitro*, realizado por Aneja e Atal (1969). Entretanto, são poucos os resultados efetivos obtidos com a multiplicação contínua de espécies desse gênero. Assim o uso dessa técnica na produção comercial de mudas de eucalipto ainda não se justifica economicamente (Assis e Mafia, 2007). Diante disso, são necessários estudos para multiplicação da espécie através de sementes, visando à melhoria na qualidade das sementes e rápido e uniforme estabelecimento das plântulas para a espécie, diferentes tipos de tratamentos têm sido estudados, dentre eles, o condicionamento osmótico (Bradford, 1986).

O condicionamento osmótico geralmente propicia aumento da taxa e uniformidade da germinação, além de melhorar a emergência e desenvolvimento das plântulas (Marcos Filho, 2005). Esta técnica consiste na embebição controlada das sementes em água ou solução osmótica com determinado potencial hídrico, até a semente atingir o equilíbrio com a solução. Assim os processos bioquímicos necessários para germinação são ativados, sem que ocorra a protrusão da raiz primária (Khan, 1992). Após o término do tratamento, as sementes são secas e colocadas para germinar, podendo desse modo obter uma germinação mais rápida e homogênea.

Alguns fatores que podem afetar o condicionamento são temperatura, tempo de imersão nas soluções e o soluto empregado. Segundo Villela et al. (1991), o soluto mais utilizado é o

polietilenoglicol 6000 (PEG 6000), pois é inerte não participando das reações químicas e não apresenta toxicidade para as sementes.

Com o objetivo de melhorar a qualidade das sementes com o tratamento do condicionamento osmótico, é necessário o conhecimento do modo como a semente da espécie em questão realiza a embebição. Pois mesmo apresentando germinação lenta, algumas espécies têm a absorção de água relativamente rápida, como as sementes de salsa (Contreiras Rodrigues et al, 2008).

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar a germinação de sementes de *C. citriodora* submetidas ao condicionamento em diferentes potenciais.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Pesquisa de Sementes do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, utilizando-se um lote de sementes de *Corymbia citriodora* adquiridas no comércio local, com germinação inicial de 83% e grau de umidade inicial de 10%.

Para cada tratamento foram utilizadas 200 g de sementes em 1 L de solução, além da testemunha (sem condicionamento). As sementes foram condicionadas pelo método de imersão direta em água destilada (0,0 MPa), e em solução de polietilenoglicol 6000 (PEG 6000) nos potenciais -0,2; -0,4 e -0,6 MPa, preparadas conforme recomendado por Villela et al. (1991), à temperatura de 25°C (Brasil, 2009), até atingirem o tempo estabelecido de acordo com Alcântara et al. 2012 (Tabela 1).

Após o condicionamento, as sementes foram lavadas por 1 minuto em água corrente para retirar o excesso das soluções de PEG 6000. Em seguida, foram colocadas para secar sobre duas folhas de papel toalha em bandejas de plástico, à temperatura do laboratório (25°C) durante cinco dias. Logo após a lavagem e também após a secagem das sementes, determinou-se o teor de água,

conforme as Regras para Análise de Sementes - RAS (Brasil, 2009), com duas amostras de 5 g de sementes de cada tratamento mantidas em estufa a 105 °C, por 24 horas,. Após a secagem, as sementes foram submetidas ao teste de germinação segundo as RAS (Brasil, 2009).

As variáveis analisadas foram: porcentagem de germinação aos 5 e 14 dias (respectivamente, primeira contagem do teste de germinação e porcentagem de germinação segundo as RAS, 2009), tempo médio de germinação (em dias), índice de velocidade de germinação (IVG) de acordo com Maguire (1962), e porcentagem de plantas normais. Foram consideradas germinadas as sementes que apresentavam emissão da raiz primária ≥ 2 mm e curvatura geotrópica positiva (Borghetti e Ferreira, 2004), as quais foram contadas e retiradas das gerbox diariamente (Brasil, 2009).

O delineamento foi inteiramente casualizado com quatro repetições de 100 sementes para cálculo de IVG e quatro repetições de 100 sementes para o teste de germinação para cada potencial testado (0,0, -0,2, -0,4 e -0,6MPa), além da testemunha (sem condicionamento).

Para realização da análise estatística, quando necessário os dados foram transformados em arco seno $\frac{\sqrt{x+0,5}}{100}$, conforme preconizado por Santana & Ranal (2004) e procedeu-se à análise de variância e de regressão polinomial, com a significância testada por meio do teste F, com até 5% de probabilidade, utilizando o sistema de análise estatística software Estat.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de água das sementes antes do condicionamento foi de 11,4%; logo após o tratamento foi de 49,54%, 46,83, 49,38 e 52,85% para os potenciais -0,2, -0,4, -0,6 e 0,0 respectivamente. Após cinco dias de secagem à temperatura ambiente ficou em 8,01% (-0,2MPa), 7,86% (-0,4 MPa), 7,92% 9-0,6 MPa) e 8,76% (0,0). Os teores de água por tratamento estão indicados na Tabela 2. O teor de água foi maior para o potencial 0,0 (água destilada), após o condicionamento e após a

secagem. Isso pode ser explicado pela rápida absorção, uma vez que não havia soluto no tratamento em questão.

Os dados de primeira contagem do teste de germinação encontram-se na figura 1. Os resultados indicam uma diminuição da porcentagem de germinação na primeira contagem conforme reduziu o potencial hídrico da semente. Nota-se que a germinação na primeira contagem foi quase nula, no entanto, é importante verificar que esse fato não prejudicou a porcentagem final de germinação. Esse resultado também foi observado para sementes de pimenta-amarela comprida, onde na primeira contagem a germinação foi quase zero e na contagem final aumentou para 61% (Fialho et al. 2010). Essa variável pode ter sido afetada pela secagem das sementes após o condicionamento. A maior porcentagem obtida foi com os potenciais 0,0 (10,25%) e -0,2 (10,57%), que apresentaram um incremento de 6% em relação à testemunha (4,8%), porém foi estimado um incremento desse valor para o potencial -0,1 MPa (12,30%). No condicionamento com sementes de salsa a maior porcentagem de germinação na primeira contagem foi obtida nos potenciais osmóticos de -1,0 e -1,5 MPa (Contreiras et al. 2009).

A figura 2 demonstra que as maiores porcentagens de germinação foram obtidas para o potencial -0,4 MPa (79%), seguida de 74% em água destilada, 66,48% do potencial -0,6 MPa e 65,21% potencial -0,2 MPa. Quando comparados com a testemunha 74,33% (dados transformados), verifica-se que houve um ganho na germinação, no potencial equivalente a -0,5 MPa (de 74,33 para 81-82%, dados transformados), comprovando-se que não houve efeitos negativos na germinação com a utilização de maiores concentrações de PEG, ao contrário do que foi observado por Sun et al. (2010). em sementes de arroz. Já em sementes de algodão, o condicionamento osmótico com PEG 6000 proporcionou aumento de vigor das sementes condicionadas, mas no entanto não proporcionou aumento da porcentagem de germinação (Queiroga et al., 2008). Certas distinções são notadas quanto ao uso do potencial e a espécie, como por exemplo, o potencial -0,4 MPa que promoveu maior germinação nas sementes de *C. citriodora*, não promoveu emissão da raiz primária em sementes de jenipapo (Santos et al. 2011).

De maneira semelhante ao observado para a porcentagem de germinação, observou-se maior velocidade de germinação das sementes submetidas ao condicionamento no potencial -0,4 MPa (24,75), quando comparada a velocidade de germinação da testemunha (20,37), representadas na Figura 3. Também foi observado um incremento desse valor para o potencial -0,45 que apresentou um IVG de 24,98.

A aceleração da velocidade de germinação ou de emergência de plântulas é o benefício mais freqüente após o condicionamento osmótico (Heydecker, 1975). Essa aceleração pode possibilitar menor exposição das sementes ao ambiente, e como consequência dessa velocidade, o cultivo é beneficiado pelo desenvolvimento uniforme que em condições normais, ou seja, sem nenhum tratamento, não ocorre (Trigo et al., 1999). Nascimento (1999) também verificou benefício do condicionamento à velocidade de germinação em sementes de melão à 25°C, temperatura ideal para a espécie, como no caso da espécie *C. citriodora*.

A porcentagem de germinação final e o índice de velocidade de germinação indicaram um desempenho superior das sementes condicionadas em relação à testemunha. Essas informações indicam possíveis vantagens do condicionamento fisiológico no estabelecimento das plântulas, bem como a ausência de reversão desses efeitos com a secagem das sementes. Em sementes de pepino Lima et al. (2010) observaram melhor desempenho e velocidade de germinação em potenciais mais baixos. O que corrobora com os resultados do presente trabalho.

Para o tempo médio de germinação (Figura 4), verificou-se que o condicionamento foi eficiente em reduzir o tempo de 4,68 dias (testemunha), para 3,66 dias (potencial -0,6 MPa). Isso demonstra que as sementes foram sensíveis ao tratamento de condicionamento, trazendo alguma vantagem quanto à germinação. Desse modo, Oliveira e Gomes Filho (2010) observaram que o tempo médio de germinação em sementes de sorgo osmocondicionadas não trouxe vantagens em relação ao desempenho das sementes. De acordo com esse autor, essas divergências podem estar relacionadas às diferentes metodologias empregadas nos experimentos que envolvem a técnica de

condicionamento osmótico de sementes, cujo protocolo deve ser estabelecido criteriosamente em função de cada espécie, ou até mesmo, para cada variedade ou cultivar isoladamente.

A média de porcentagem de plantas normais foi de 57,23%. Não houve diferença significativa entre os potenciais testados, nem mesmo quando comparados à testemunha (Figura 5).

O conjunto das informações obtidas no presente trabalho indicou que o condicionamento osmótico promove efeitos benéficos sobre a velocidade de germinação das sementes de *Corymbia citriodora*.

CONCLUSÕES

O condicionamento osmótico aumenta a porcentagem e uniformidade de germinação da espécie *Corymbia citriodora*, sendo o potencial osmótico mais favorável à -0,4 MPa.

REFERÊNCIAS

- ANEJA, D. and ATAL, C.** (1969). Plantlet formation in tissue culture from lignotubers of *Eucalyptus citriodora* (Hook). *Current Science*, v. 38, p. 69-70.
- ASSIS, T. F. and MAFIA, R. G.** (2007). Hibridação e clonagem. In: Borém, A. *Biotecnologia Florestal*. Viçosa, p. 93-121.
- BORGHETTI, F. and FERREIRA, AG.** (2004). Interpretação dos resultados de germinação: In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F.; *Germinação de sementes: do básico ao aplicado*. Porto Alegre : Artmed; p.209–224.
- BRADFORD, K. J.** (1986). Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. *HortScience*, Alexandria, v.21, n.5, p.1105-1112.
- BRASIL.** (2009). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília: Mapa/ACS, 399 p.
- CONTREIRAS RODRIGUES, A.P.D.; LAURA, V.A.; CHERMOUTH, K. DA S. and GADUM, J.** (2008). Absorção de água por semente de salsa, em duas temperaturas. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 30, nº 1, p.49-54.
- CONTREIRAS RODRIGUES, A.P.D.; LAURA, V.A.; CHERMOUTH, K. DA S. and GADUM, J.** (2009). Osmocondicionamento de sementes de salsa (*Petroselinum sativum* Hoffm.) em diferentes potenciais hídricos. *Ciência e Agrotecnologia*, v.33, n.5, p.1288-1294.
- DUTRA, L. F.; WENDLING, I. and BRONDANI, G. E.** (2009). A micropropagação de eucalipto. *Pesquisa Florestal Brasileira*, Colombo, n. 58, p. 49-59.
- FIALHO G. S., SILVA, C. A., DIAS, D. F. S., ALVARENGA, E. M. and BARROS, W. S.** (2010). Osmocondicionamento em sementes de pimenta 'amarela comprida' (*Capsicum annuum* L.) submetidas à deterioração controlada. *Ciência Agrotécnica*, v.34, n.3, p.646-652.
- GUIMARÃES, D. P.; MOURA, V. P. G.; RESENDE, G. C.; MENDES, C. J.; MAGALHÃES, J. G. R.; ASSIS, T. F.; ALMEIDA, M. R.; RESENDE, M. E. A. and SILVA, F. V.** (1983).

Avaliação silvicultural e dendrométrica e tecnológica de espécies de Eucalyptus. Planaltina, DF: EMBRAPA-CPAC, 73 p. Boletim de Pesquisa, 20.

HEYDECKER W; HIGGINS J. and TURNER Y J. (1975). Invigoration of seeds? *Seed Science and Technology* 3: 881-888.

KHAN, A.A. (1992). Preplant physiological seed conditioning. *Horticultural Reviews*, v.13, p. 131-181.

LIMA, L. B. and MARCOS FILHO, J. (2010). Condicionamento fisiológico de sementes de pepino e germinação sob diferentes temperaturas. *Revista Brasileira De Sementes*, v.32, n.1, p.138-147.

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

MARCOS FILHO, J. (2005). *Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas*. Piracicaba: Fealq, v.12.

NASCIMENTO, W.M. (1999). Utilização do condicionamento osmótico de sementes de melão e tomate visando a germinação em baixa temperatura. *Informativo ABRATES*, v.9, n.1, p.53-55.

OLIVEIRA, A. B. D. and GOMES-FILHO, E. (2010). Efeito do condicionamento osmótico na germinação e vigor de sementes de sorgo com diferentes qualidades fisiológicas. *Rev. bras. sementes*, Londrina, v. 32, n. 3.

QUEIROGA, V. P.; DURÁN, J. M.; SANTOS, J. W. and QUEIROGA, D .A. N. (2008). Condicionamento osmótico em sementes de algodão e seus efeitos na germinação e vigor. *Revista Agroambiente*, v.2, n. 2, p. 10-14.

SANTANA, D.G.; RANAL, M.A. (2004). *Análise da germinação: um enfoque estatístico*. Brasília: UnB, 248p.

SANTOS, A. R. F. D.; SILVA-MANN, R. and FERREIRA, R. A. (2011). Restrição hídrica em sementes de Jenipapo (*Genipa americana* L.). *Rev. Árvore*, Viçosa, v. 35, n. 2.

SUN Y. Y.; SUN Y. J.; W. M. T.; LI X.Y.; GUO X., HU R. and MA J. (2010). Effects of Seed Priming on Germination and Seedling Growth Under Water Stress in Rice. *Acta Agronomica Sinica*, v 36, issue 11, p. 1931–1940.

TRIGO, M.F.O.O.; NEDEL, J.L. and TRIGO, L.F.N. (1999). Condicionamento osmótico em sementes de cebola: I.Efeitos sobre a germinação. *Scientia Agricola*, v.56, n.4, p.1059-67.

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

Documentos suplementares

Tabela 1: Tempo de condicionamento em horas para sementes de *Corymbia citriodora* em diferentes potenciais.

Ψ_s (MPa)	Tempo de Condicionamento (horas)
0,0	45
-0,2	63,5
-0,4	52
-0,6	58,5

Fonte: Alcântara et al. 2012.

Tabela 2: Teor de água das sementes de *Corymbia citriodora* antes e após o condicionamento osmótico e após secagem.

Teor de água Condicionamento (%)		
Antes do condicionamento	11,04	
Após Condicionamento	0,0 MPa	52,85
	-0,2 MPa	49,54
	-0,4 MPa	46,83
	-0,6 MPa	49,38
Após Secagem	0,0 MPa	8,76
	-0,2 MPa	8,01
	-0,4 MPa	7,86
	-0,6 MPa	7,92

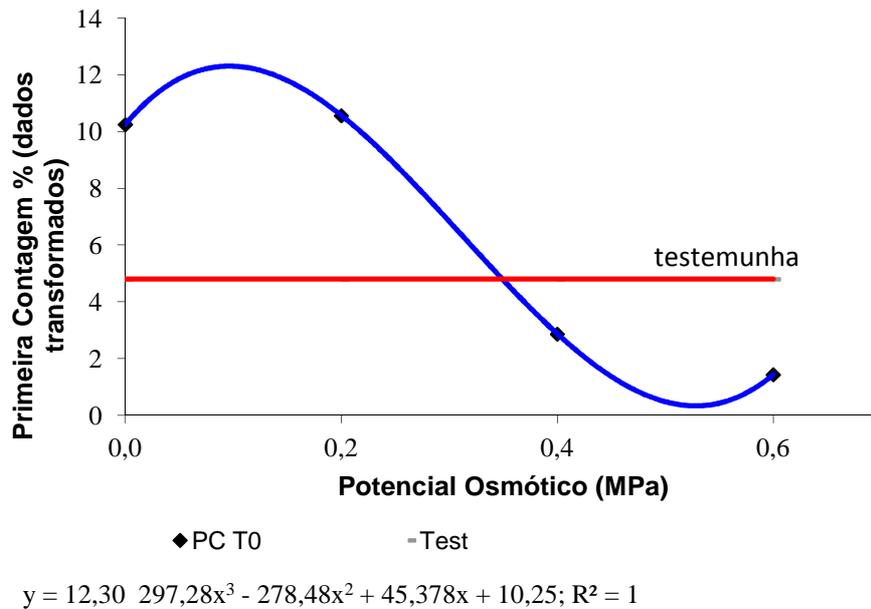


Figura 1: Primeira contagem do teste de germinação de sementes de *Corymbia citriodora* osmocondicionadas em diferentes potenciais osmóticos.

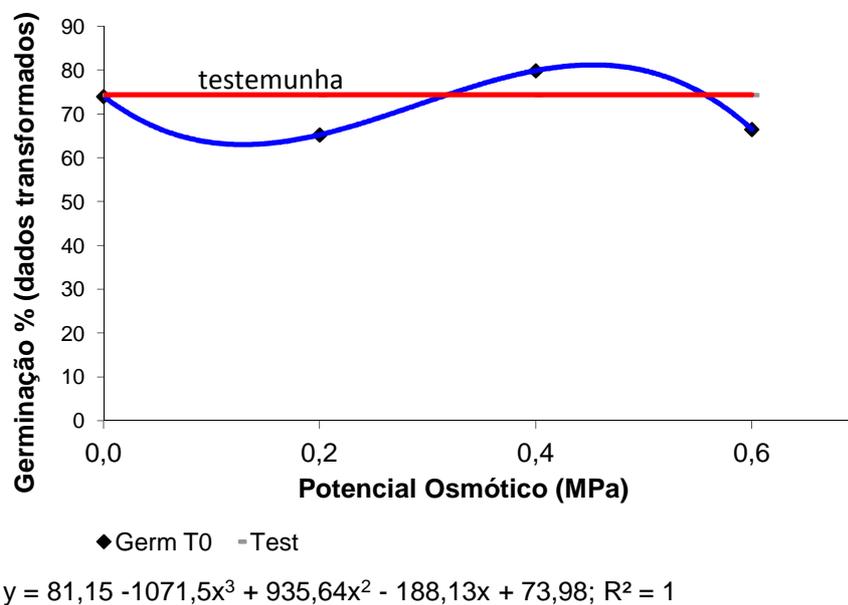


Figura 2: Contagem final do teste de germinação de sementes da espécie *Corymbia citriodora*, osmocondicionadas em diferentes potenciais osmóticos.

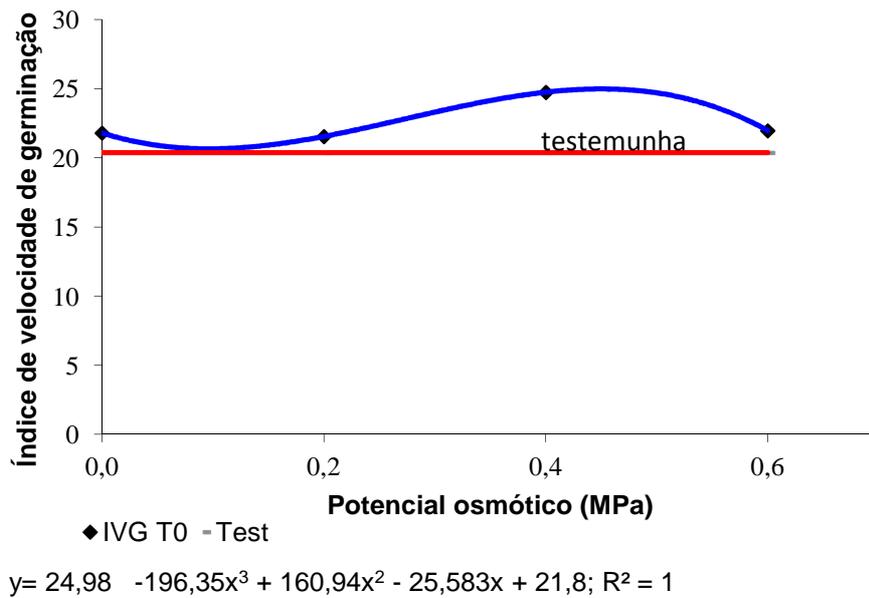


Figura 3: Índice de velocidade de germinação de sementes de *Corymbia citriodora*, osmocondicionadas em diferentes potenciais osmóticos.

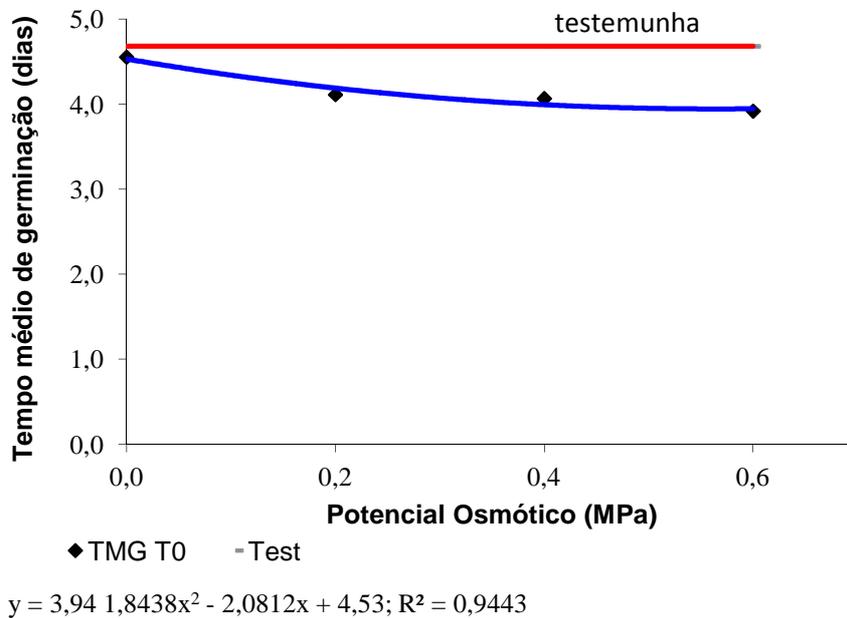
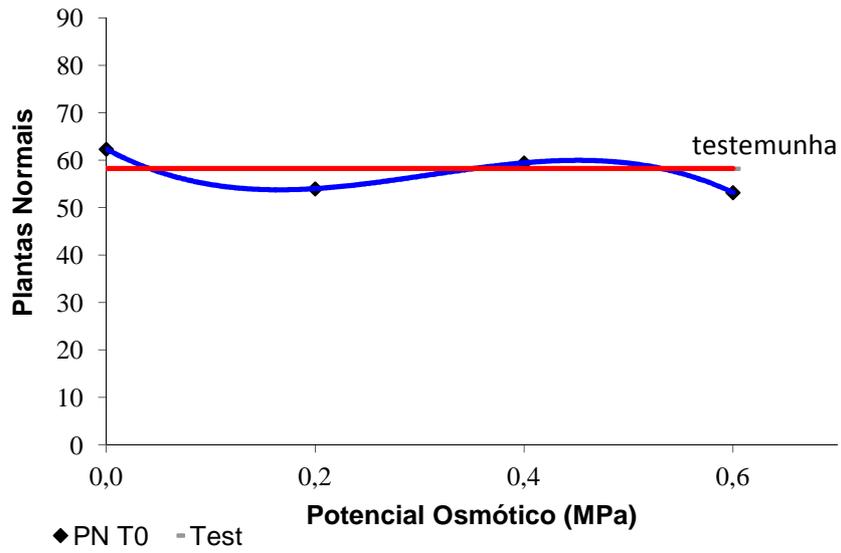


Figura 4: Tempo médio de germinação em dias de sementes de *Corymbia citriodora*, osmocondicionadas em diferentes potenciais osmóticos.



$$y = 59,96 - 530,23x^3 + 490,31x^2 - 118,55x + 62,337; R^2 = 1$$

Figura 5: Porcentagem final de plantas normais após a germinação de sementes de *Corymbia citriodora*, osmocondicionadas em diferentes potenciais osmóticos.

5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados do presente trabalho permitiram concluir que o osmocondicionamento em solução de polietilenoglicol 6000 na concentração de -0,4 MPa, favoreceu o desempenho das sementes de *Corymbia citriodora*, principalmente em relação à velocidade e tempo médio de germinação.