

Avaliação preliminar da embebição de sementes de jacarandá-da-bahia

Glauciana da Mata Ataíde¹, Eduardo Euclides de Lima e Borges¹, Andressa Vasconcelos Flores², Renato Vinícius Oliveira Castro³

¹Universidade Federal de Viçosa, Av pH Rolfs, s/nº, Centro, CEP 36570-000, Viçosa, MG, Brasil

²Universidade Federal de Santa Catarina, Rodovia Ulisses Gaboardi, km 3, CEP 89520-000, Curitiba, SC, Brasil

³Universidade de Brasília, CP 4357, CEP 70904-970, Brasília, DF, Brasil

*Autor correspondente:

glaucianadamata@yahoo.com.br

Termos para indexação:

Germinação
Vigor
Dalbergia nigra
Sementes florestais

Index terms:

Germination
Vigor
Dalbergia nigra
Forest seeds

Histórico do artigo:

Recebido em 03/05/2013
Aprovado em 10/04/2014
Publicado em 07/07/2014

doi: 10.4336/2014.pfb.34.78.520

Resumo - A atividade fisiológica das sementes inicia-se pela absorção de água, da qual resulta na reidratação dos tecidos e desencadeamento dos eventos metabólicos da germinação. Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo verificar a influência da qualidade fisiológica e da umidade inicial nas taxas de absorção de água de sementes de jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra*). Foram utilizadas sementes colhidas em matrizes de duas procedências, as quais constituíram os lotes I e II. Estas foram colocadas para hidratar em água, em dessecadores com umidades relativas entre 95-99%, nas temperaturas de 15 °C e 25 °C, até atingirem aproximadamente quatro níveis de hidratação: 10%, 15%, 20% e 25% de umidade nas sementes. Os lotes foram avaliados quanto à germinação, índice de velocidade de germinação e tempo médio de germinação. Em seguida, foram avaliadas as alterações na absorção de água pelas sementes dos dois lotes após chegarem aos níveis de hidratação desejados, sendo analisadas as curvas de embebição. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado. Os lotes I e II foram classificados como de alto e baixo vigor, respectivamente. Os resultados indicaram que a taxa de embebição das sementes variou com o teor de umidade inicial, porém a diferenciação entre as curvas inicia-se na fase II do processo de absorção de água. Sementes de *Dalbergia nigra* de qualidade fisiológica inferior necessitam de maiores períodos de embebição para atingirem a fase III e completarem o processo de germinação.

Imbibition of jacaranda-da-bahia seeds

Abstract - The physiological activity of the seeds begins with water uptake, resulting in tissues rehydration and triggering metabolic events of germination. In this context, the present study aimed to verify the influence of the physiological quality and initial humidity in the water absorption rate of *Dalbergia nigra* seeds. The seeds were collected at two different sites, representing lots I and II. Seeds belonging to the two lots were placed to hydrate in water, in desiccators with relative humidity between 95-99% at 15 °C and 25 °C, until they reached near four hydration levels: 10%, 15%, 20% and 25% of seeds moisture content. The lots were evaluated for germination, germination speed index (GSI) and mean germination time (MGT). Then, the changes in the water uptake by seeds of the two lots were evaluated after they reached the desired moisture levels, by analyzing the curves of imbibition. The experimental design was completely randomized. The lots I and II were classified as presenting high and low vigor, respectively. The results indicated that the rate of imbibition varied with initial moisture content. So the difference between the curves begins at stage II of the water absorption process. *Dalbergia nigra* seeds with lower physiological quality require longer periods of imbibition to reach phase III and complete the germination process.

Introdução

A utilização de sementes florestais de alta qualidade é o primeiro passo na propagação das espécies nativas, a serem utilizadas para os diversos fins. Desta forma, estudos fisiológicos das sementes são fundamentais para o entendimento do processo germinativo, que possui grande importância em programas de produção de mudas, para reposição florestal, reflorestamento, recuperação de áreas degradadas, arborização urbana, dentre outras atividades.

A qualidade fisiológica das sementes está intimamente associada à água presente em suas células, sendo o fator que mais influencia no processo de germinação (Carvalho & Nakagawa, 2000). Para que uma semente germine é necessário que o meio forneça água suficiente para a ativação das reações químicas relacionadas ao metabolismo e, com isto, seja desencadeado o processo de retomada do desenvolvimento do embrião (Borges & Rena, 1993; Beckert & Silva, 2002; Bewley et al., 2013).

A hidratação das sementes depende de sua composição química, da permeabilidade do tegumento (Beckert & Silva, 2002), espécie, disponibilidade de água, área de contato e temperatura (Carvalho & Nakagawa, 2000). A temperatura de hidratação pode alterar acentuadamente a viabilidade e o vigor das sementes, de forma que o período de embebição das sementes aumenta com a diminuição da temperatura, ocorrendo mais rapidamente em temperaturas elevadas (Murphy & Noland, 1982; Bhattacharya et al., 1997; Khazaei & Mohammad, 2009; Rahman et al., 2011). No entanto, a rápida embebição pode ocasionar danos à membrana celular, que resulta em danos irreparáveis no nível do sistema de membranas e leva à lixiviação de conteúdos celulares, afetando negativamente a germinação (Kerbaui, 2004; Castro & Hilhorst, 2004).

Além da temperatura, o potencial fisiológico das sementes também pode influenciar o processo de absorção de água e, possivelmente, sementes de potencial fisiológico inferior apresentam deficiências no processo de reparo e/ou proteção ao sistema de membranas durante a fase inicial de embebição (Costa et al., 2008).

Uma vez iniciada a embebição, a atividade respiratória é ativada, com conseqüente liberação de energia para a retomada do crescimento embrionário. Durante a fase II de absorção de água ocorre a translocação das reservas digeridas para o eixo embrionário, movimentando-se

principalmente a sacarose e aminoácidos, além de compostos fosforados (Marcos Filho, 2005). Assim, a absorção de água é indispensável para o metabolismo das sementes, estimulando a utilização das reservas como fonte de energia e substrato para estruturas celulares, as quais serão utilizadas para germinação e crescimento das plântulas (Kikuchi et al., 2006).

Dalbergia nigra, conhecida popularmente como jacarandá-da-bahia, jacarandá-caviúna ou jacarandá-preto, é uma espécie arbórea pertencente à família Leguminosae Papilonoidea, ocorrendo principalmente na Floresta Ombrófila Densa (Floresta Atlântica) dos Estados da Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo (Lorenzi, 2009). Sua madeira é dura e moderadamente pesada, sendo utilizada, principalmente, para fabricação de móveis de luxo, peças decorativas e instrumentos musicais, como o piano (Carvalho, 1994). É uma espécie com alto potencial para o manejo florestal sustentável e apresenta como principais vantagens a facilidade de comercialização no mercado atual, a alta taxa de regeneração em florestas alteradas e a fácil adaptação em terrenos de baixa fertilidade (Rêgo & Possamai, 2003). Devido à exploração desordenada sem plantios de reposição e ao alto valor de sua madeira, encontra-se na lista oficial das espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção, na categoria vulnerável, segundo documento do Ministério do Meio Ambiente (Brasil, 2008).

Para a maioria das espécies florestais nativas, não são encontradas na literatura informações sobre os mecanismos fisiológicos e bioquímicos envolvidos na germinação, especialmente analisando a fase de hidratação das sementes. Nesse contexto, o presente trabalho objetivou verificar a influência da qualidade fisiológica e da umidade inicial nas taxas de absorção de água de sementes de *Dalbergia nigra*.

Material e métodos

O presente trabalho foi conduzido no Laboratório de Análises de Sementes Florestais do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa (UFV) no período de outubro de 2010 a fevereiro de 2011. Foram utilizadas sementes de *Dalbergia nigra* colhidas diretamente de duas árvores matrizes na região de Viçosa, Minas Gerais, em setembro de 2010, as quais constituíram os lotes I e II, respectivamente.

Estes lotes constituíram a unidade de estudo deste experimento, de forma a inferir sobre o comportamento fisiológico das sementes. Apesar das matrizes selecionadas representarem pequena parte diante da população da espécie, a seleção destas árvores representou um estudo preliminar investigativo, de forma a preencher uma lacuna de conhecimento acerca dos fatores aqui estudados.

Após coleta das sementes, procedeu-se ao beneficiamento manual. Durante o beneficiamento, foram eliminadas as sementes deterioradas ou danificadas por fungos ou insetos. As sementes selecionadas foram acondicionadas em tambores de fibra e armazenadas em câmara fria a 5 °C e 60% de umidade relativa (UR) até a realização dos experimentos.

Inicialmente, sementes pertencentes aos dois lotes foram colocadas para germinar sobre duas folhas de papel germitest em placas de petri umedecidas com 4,0 mL de água destilada, a 25 °C, sob luz contínua proporcionada por quatro lâmpadas 40 W tipo luz do dia, por 12 dias. O reumedecimento dos substratos foi feito sempre que necessário. A porcentagem de germinação foi calculada pela contagem diária das sementes que emitiram radícula (> 2 mm), o índice de velocidade de germinação (IVG) pela fórmula proposta por Maguire (1962) e o tempo médio de germinação (TMG), segundo Labouriau (1983).

O teor de umidade inicial das sementes dos lotes I e II foi calculado conforme as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009), e apresentou valores de 7,91% e 8,98%, respectivamente. Em seguida, amostras de sementes destes lotes foram colocadas para hidratar em água destilada até atingirem aproximadamente quatro níveis de hidratação: 10%, 15%, 20% e 25% de umidade, nas temperaturas de 15 °C e 25 °C. Para ajustar o teor de água para as quantidades desejadas, utilizou-se o método de hidrocondicionamento em atmosfera úmida, sendo as sementes mantidas em sacos de náilon tipo filó (10 cm x 13 cm) em dessecadores saturados (95%-99% UR), nas temperaturas determinadas.

A marcha de absorção de água foi conduzida por meio de pesagens constantes das amostras, até que atingissem a umidade proposta, segundo procedimento descrito por Caseiro et al. (2004). O tempo de embebição até as amostras de sementes adquirirem o nível de hidratação desejado foi calculado pelo teor de água inicial e massa de cada uma das amostras, conforme a expressão a seguir (Cromarty et al., 1990):

$$M = \frac{(100 - CA_1)}{(100 - CA_2)} \times Mi$$

Onde: M = massa no conteúdo de água desejada (g); Mi = massa no conteúdo de água original (g); CA₁ = conteúdo de água original (% base úmida); CA₂ = conteúdo de água desejado (% base úmida).

Para avaliar a embebição das sementes em função do tempo, foi estabelecida uma curva de absorção de água por meio da pesagem inicial de cinco repetições de 20 sementes para cada interação lote x temperatura x umidade. Depois, as sementes foram colocadas para beber em água destilada sob luz constante, na temperatura de 25 °C, sendo pesadas em intervalos de 02 em 02 horas durante as primeiras 12 h e, após, em intervalos de 12 h até que atingissem 50% de germinação, ou até o 10º dia após o início da embebição. Antes de cada pesagem, as sementes foram secas com papel absorvente e, em seguida, recolocadas em água destilada. A percentagem de ganho de água (%) foi calculada em relação ao peso inicial das sementes para cada tratamento.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado. Os dados foram submetidos à análise de variância após terem sido realizados os testes de Lilliefors e de Cochran e Bartlett, para verificar a normalidade e homogeneidade dos erros. No entanto, não houve necessidade de transformação. A avaliação dos dados de germinação acumulada no tempo foi realizada pelo ajuste de médias à função acumulativa de distribuição de Weibull (Brown & Mayer, 1988). As médias de IVG e TMG foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para as análises de germinação, IVG e TMG foram utilizadas cinco repetições de 20 sementes por lote. O programa estatístico utilizado foi o Statistica 8.0 (Statsoft Inc., 2008).

Resultados e discussão

Os resultados dos testes de germinação e índice de velocidade de germinação indicam a superioridade da qualidade fisiológica das sementes do lote I em relação às do lote II (Figura 1). As curvas ajustadas na Figura 1A mostram que o lote I apresentou porcentagem média de germinação de 80%, enquanto o lote II possuía 33% ao final de 12 dias. Foi possível verificar que nas sementes do lote I a velocidade de germinação foi estatisticamente superior ao lote II pelo teste Tuckey a 5%, com médias de IVG de 1,85 e 0,74, respectivamente (Figura 1B).

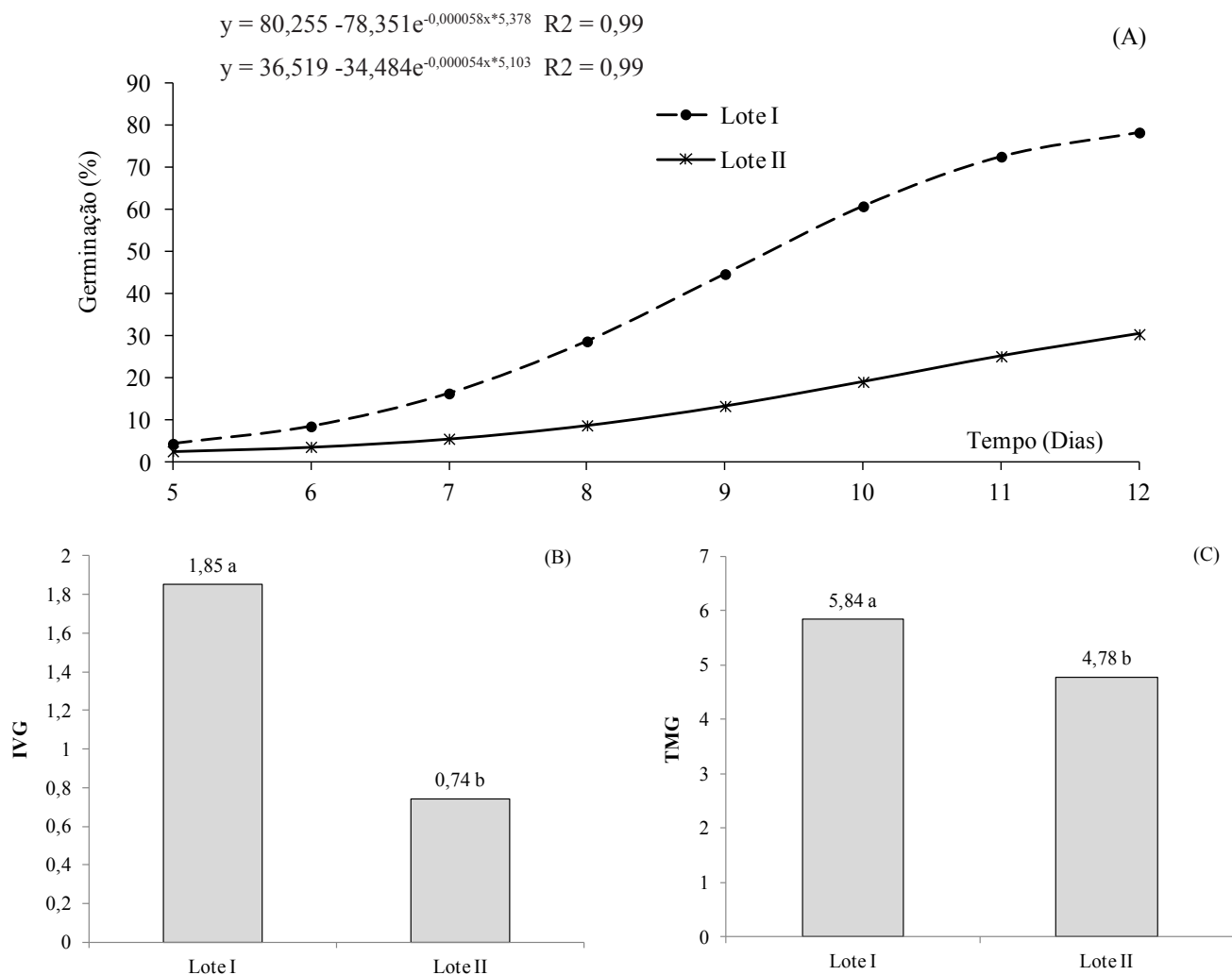


Figura 1. Porcentagens de germinação acumulada (A), índice de velocidade de germinação (IVG) (B) e tempo médio de germinação (TMG) (C) dos lotes I e II de sementes de *Dalbergia nigra*. Médias seguidas pela mesma letra, nas barras, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

O tempo médio para a germinação das sementes dos dois lotes foi significativamente diferente pelo teste Tuckey a 5%, com valores de 5,84 dias para o lote I e 4,78 para o lote II.

Verificadas as diferenças na viabilidade e vigor das sementes, os lotes foram classificados em duas classes de vigor, sendo o lote I como de alto vigor e o lote II como de baixo vigor. Segundo Rajjou et al. (2012), o vigor das sementes pode ser definido como todas as características de um lote que determinam seu potencial para um uniforme e rápido surgimento e desenvolvimento, sob uma ampla gama de condições ambientais.

Sementes de espécies florestais, que atingem máxima germinação e vigor por ocasião da maturidade fisiológica (Carneiro & Aguiar, 1993), podem ter sua

qualidade afetada pelas características genéticas e de vigor da planta mãe (Rajjou & Debeaujon, 2008), por inadequações na colheita e beneficiamento dos frutos ou sementes (Scremin-Dias et al., 2006), por estresses climáticos na maturação (Marcos Filho, 2005) ou por condições impróprias de armazenamento (Silva et al., 2011; Souza et al., 2011, Reis et al., 2012).

No presente estudo, onde as sementes de matrizes distintas foram coletadas, beneficiadas e armazenadas com os mesmos cuidados, é provável que tenham sido causados distúrbios durante o processo de formação das sementes. É provável que diferenças fisiológicas ou genéticas entre as árvores matrizes acarretem alterações no processo de acúmulo de reservas, originando sementes com potenciais fisiológicos distintos.

As curvas de embebição das sementes dos lotes I e II (Figura 2), hidratadas nas temperaturas de 15 °C e 25 °C permitem constatar que a reidratação segue o padrão trifásico proposto por Bewley & Black (1994). A porcentagem de ganho de água foi alta durante as primeiras 24 h após o início da embebição em todos os tratamentos, com aumentos de cerca de 100% na massa para os dois lotes, completando assim a fase inicial do processo (fase I).

O padrão de embebição nos lotes de diferentes qualidades fisiológicas demonstra ser esta fase um processo físico de hidratação, dependendo unicamente das diferenças de potencial hídrico entre os dois ambientes. Por outro lado, ao se submeter o lote I à temperatura de 25 °C, percebe-se a separação entre as curvas nesta fase, o que poderia ser creditado ao aumento na atividade metabólica, sendo intensificada pelo teor de água.

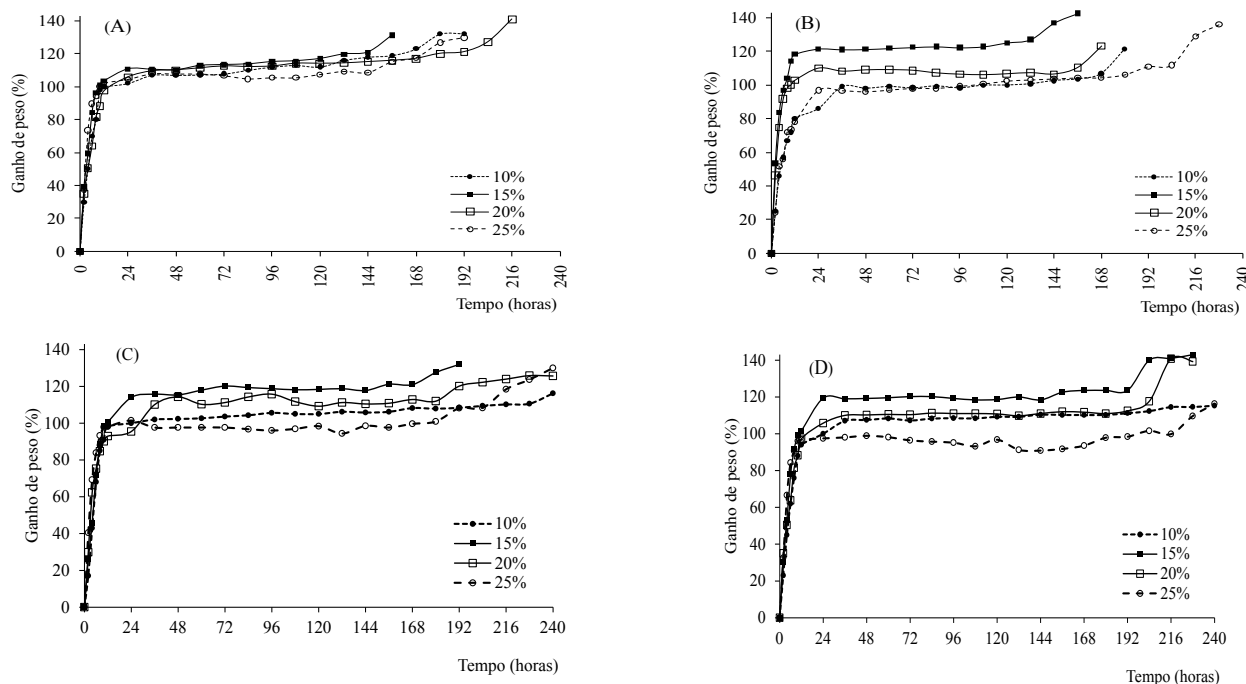


Figura 2. Curva de embebição de dois lotes de sementes de *Dalbergia nigra* a partir de diferentes teores iniciais de umidade e em diferentes temperaturas. A) Lote I - 15 °C; B) Lote I - 25 °C; C) Lote II - 15 °C; D) Lote II - 25 °C.

A fase II, caracterizada pela lenta absorção de água pelas sementes, iniciou-se após as primeiras 24 h e permitiu a separação das curvas de embebição, exceto para as sementes do lote I à temperatura de 15 °C (Figura 2A). No lote I observa-se que a absorção de água à temperatura de 25 °C foi superior à 15 °C para as curvas de 15% e 20% de umidade, enquanto no lote II, de qualidade inferior, não foi observada esta distinção entre as temperaturas testadas. Com a diminuição da temperatura ocorre aumento da viscosidade da água, sendo esta absorvida mais lentamente pelas sementes e havendo a necessidade de um período maior para que se alcance um nível adequado de hidratação dos tecidos (Murphy & Noland, 1982; Vertucci & Leopold, 1983). Tal relação é clara para o lote I, não o sendo, portanto, para o lote II.

No lote II, o comportamento a 25 °C não se mostrou com grande diferença do lote I, mantendo-se a mesma sequência das curvas, mas não ocorrendo a germinação no mesmo período que o lote de qualidade superior, que finalizou o processo (fase III) entre 144 h e 192 h, para os teores de 10%, 15% e 20%. Na temperatura de 15 °C os resultados foram semelhantes, com a diferença de que com 15% de umidade no lote II a germinação ocorreu em 192 h, mantendo-se o mesmo padrão das demais a 25 °C. Assim, dentro de cada temperatura e umidade inicial analisada, foram constatadas que o lote II, de qualidade fisiológica inferior, prolongou o tempo necessário para as sementes atingirem a fase III da curva de embebição.

Segundo Bewley et al. (2013), a terceira fase do processo distingue-se das demais por ser uma fase de absorção ativa, onde só atingem as sementes não dormentes e viáveis, de maneira que o eixo embrionário já iniciou seu crescimento e as novas células em formação e o conjunto semente-plântula exigem água para completar o desenvolvimento.

Comparando-se os diferentes teores iniciais de umidade em cada lote e temperatura, foi observado que as sementes com teor inicial de 25% de umidade absorveram água mais lentamente. A embebição das sementes é um processo regido pelo gradiente de potencial hídrico (Ψ_w) entre a semente e o ambiente. Dessa forma, quanto maior o Ψ_w da semente, mais hidratada esta se encontra, com o gradiente de embebição de água diminuído no sentido ambiente-semente (Castro & Hilhorst, 2004), enquanto sementes mais secas possuem potenciais matriciais mais negativos, absorvendo água mais rapidamente do que sementes úmidas (Long et al., 2010).

Por outro lado, conforme verificado no tratamento com teor de umidade de 10%, o metabolismo não ocorreu com a mesma intensidade das demais, mas requerendo prolongamento do tempo para que atingissem nível crítico de umidade ou ajuste interno por meio da osmorregulação, que resultaria em abaixamento do potencial hídrico para iniciar o processo de absorção de água a taxas semelhantes às umidades de 15% e 20% e, conseqüentemente, completar a germinação.

Além do teor inicial de água nas sementes e da temperatura, a velocidade de embebição é influenciada pela disponibilidade hídrica (Ferreira et al., 2006), potencial osmótico da solução que umedece o substrato (Miranda et al., 2010; Balestrazzi et al., 2011), procedência dos lotes de sementes (Mataruga et al., 2010) e características intrínsecas da semente, tais como tamanho (Duarte et al., 2010) e permeabilidade da cobertura protetora (Guimarães et al., 2011).

Assim, a água é sem dúvida o fator que exerce a mais determinante influência sobre o processo de germinação, regendo a reidratação dos tecidos, com a conseqüente intensificação da respiração e das atividades metabólicas necessárias para o fornecimento de energia e nutrientes necessários para a retomada de crescimento por parte do eixo embrionário. Considerando que o presente trabalho foi realizado com duas matrizes de *D. nigra* de procedência semelhante, é possível supor que a embebição das sementes diferiu principalmente em função da qualidade

fisiológica inicial, sendo necessário realizar novos estudos com maior intensidade amostral e procedências distintas, visando confirmar tais constatações.

Conclusões

A umidade inicial influencia as taxas de absorção de água das sementes de *Dalbergia nigra*, a partir da fase II do processo de embebição.

Sementes de *D. nigra* com qualidade fisiológica inferior necessitam de maiores períodos para atingirem a fase III e completarem o processo de germinação.

Referências

- BALESTRAZZI, A.; CONFALONIERI, M.; MACOVEI, A.; CARBONERA, D. Seed imbibition in *Medicago truncatula* Gaertn.: Expression profiles of DNA repair genes in relation to PEG-mediated stress. **Journal of Plant Physiology**, Stuttgart, v. 168, p. 706-713, 2011.
- BECKERT, O. P.; SILVA, W. R. O uso da hidratação para estimar o desempenho de sementes de soja. **Bragantia**, Campinas, v. 61, n. 1, p. 61-69, 2002.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. Londres: Plenum Press, 1994.
- BEWLEY, J. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M.; NONOGAKI, H. **Seeds: physiology of development, germination and dormancy**. Nova York: Springer, 2013. 392 p.
- BHATTACHARYA, Sila; BAL, S.; MUKHERJEE, R. K.; BHATTACHARYA, Suwendu. Kinetics of tamarind seed hydration. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 33, p. 129-138, 1997.
- BORGES, E. E. L.; RENA, A. B. Germinação de sementes. In: AGUIAR, I. B. de; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Coord.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília, DF: ABRATES, 1993. p. 83-135.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009. 399 p.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Instrução Normativa nº 6 de 23 de setembro de 2008**. Lista oficial das espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção e com deficiência de dados. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/179/_arquivos/179_05122008033615.pdf>. Acesso em: 1 maio 2013. Publicada originalmente no Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, n. 185, p. 75-83, 2008.
- BROWN, R. F.; MAYER, D. G. Representing cumulative germination 2. The use of the Weibull Function and other empirically derived curves. **Annals of Botany**, London, v. 61, p. 127-138, 1988.
- CARNEIRO, J. G. A.; AGUIAR, I. B. Armazenamento de sementes. In: AGUIAR, I. B. de; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Coord.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília, DF: ABRATES, 1993. p. 333-350.

- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações, silviculturas, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: EMBRAPA-CNPq; Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1994. 639 p.
- CASEIRO, R. F.; BENNETT, M. A.; MARCOS FILHO, J. Comparison of three priming techniques for onion seed lots differing in initial seed quality. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 32, n. 2, p. 365-375, 2004.
- CASTRO, R. D.; HILHORST, H. W. M. Embebição e reativação do metabolismo. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Ed.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 324 p.
- COSTA, C. J.; VILLELA, F. A.; BERTONCELLO, M. R. Prê-hidratação de sementes de ervilha e sua interferência na avaliação do potencial fisiológico. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 30, n. 1, p. 198-207, 2008.
- CROMARTY, A. S.; ELLIS, R. H.; ROBERTS, E. H. **Design of seed storage facilities for genetic conservation**. Rome: International Board of Plant Genetic Resources, 1990. 109 p.
- DUARTE, E. F.; CARNEIRO, I. F.; SILVA, N. F.; GUIMARÃES, N. N. R. Características físicas e germinação de sementes de *Dyckia goehringii* Gross & Rauh (Bromeliaceae) sob diferentes temperaturas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 4, p. 422-429, 2010.
- FERREIRA, G.; GUIMARÃES, V. F.; PINHO, S. Z.; OLIVEIRA, M. C.; RICHART, A.; BRAGA, J. F.; DIAS, G. B. Curva de absorção de água em sementes de Atemóia (*Annona cherimola* Mill. x *Annona squamosa* L.) Cv. Gefneri. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 28, n. 1, p. 121-124, 2006.
- GUIMARÃES, C. C.; FARIA, J. M. R.; OLIVEIRA, J. M.; SILVA, E. A. A. Avaliação da perda da tolerância à dessecação e da quantidade de DNA nuclear em sementes de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taubert durante e após a germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 33, n. 2, p. 207-215, 2011.
- KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 472 p.
- KHAZAEI, J.; MOHAMMADI, N. Effect of temperature on hydration kinetics of sesame seeds (*Sesamum indicum* L.). **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 91, p. 542-552, 2009.
- KIKUCHI, K.; KOIZUMI, M.; ISHIDA, N.; HIROMI, K. Water uptake by dry beans observed by micro-magnetic resonance imaging. **Annals of Botany**, London, v. 98, p. 545-553, 2006.
- LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes**. Lima: Secretaria Geral da O.E.A., c1983. 173 p. (OEA-Serie de Biologia. Monografia, 24).
- LONG, R. L.; WILKLIAMS, K.; GRIFFITHS, E. M.; FLEMATTI, G. R.; MERRITT, D. J.; STEVENS, J. C.; TURNER, S. R.; POWLES, S. B.; DIXON, K. W. Prior hydration of *Brassica tournefortii* seeds reduces the stimulatory effect of karrikinolide on germination and increases seed sensitivity to abscisic acid. **Annals of Botany**, London, v. 105, p. 1063-1070, 2010.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 2009. 368 p.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination: aid in selection and evaluating or seedling emergence and vigour. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.
- MARCOS FILHO, J. M. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495 p.
- MATARUGA, M.; HAASE, D. L.; ISAJEV, V. Dynamics of seed imbibition and germination of Austrian pine (*Pinus nigra* Arnold) from extreme habitat conditions within five Balkan provenances. **New Forests**, Dordrecht, v. 40, p. 229-242, 2010.
- MIRANDA, D.; ULRICH, C.; FISCHER, G. Imbibition and percentage of germination of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) seeds under NaCl stress. **Agronomía Colombiana**, Bogota, v. 28, n. 1, p. 29-35, 2010.
- MURPHY, J. B.; NOLAND, T. L. Temperature effects on seed imbibition and leakage mediated by viscosity and membranes. **Plant Physiology**, Minneapolis, v. 69, n. 2, p. 428-431, 1982.
- RAHMAN, M. M.; AHAMMAD, K. U.; ALAM, M. M. Effect of soaking condition and temperature on imbibition rate of maize and chickpea seeds. **Research Journal of Seed Science**, New York, v. 4, n. 2, p. 117-124, 2011.
- RAJJO, L.; DEBEAUJON, I. Seed longevity: survival and maintenance of high germination ability of dry seeds. **Comptes Rendus Biologies**, Paris, v. 331, p. 796-805, 2008.
- RAJJO, L.; DUVAL, M.; GALLARDO, K.; CATUSSE, J.; BALLY, J.; JOB, C.; JOB, D. Seed germination and vigor. **Annual Review of Plant Biology**, Palo Alto, v. 63, p. 507-533, 2012.
- RÊGO, G. M.; POSSAMAI, E. **Jacarandá-da-Bahia (*Dalbergia nigra* Vellozo) Leguminosae-Papilionoidae: produção de mudas**. Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 3 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 106).
- REIS, R. C. R.; PELACANI, C. R.; ANTUNES, G. C.; DANTAS, B. F.; CASTRO, R. D. Physiological quality of *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud. (Leguminosae - Papilionoideae) seeds subjected to different storage conditions. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 36, n. 2, p. 229-235, 2012.
- SCREMIN-DIAS, E.; BATTILANI, J. L.; SOUZA, A. L. T.; PEREIRA, S. R.; KALIFE, C.; SOUZA, P. R.; JELLER, H. **Produção de sementes de espécies florestais nativas: manual**. Campo Grande, MS: Ed. da UFMS, 2006. 43 p.
- SILVA, D. G.; CARVALHO, L. M.; NERY, M. C.; OLIVEIRA, L. M.; CALDEIRA, C. M. Alterações fisiológicas e bioquímicas durante o armazenamento de sementes de *Tabebuia serratifolia*. **Cerne**, Lavras, v. 17, n. 1, p. 1-7, 2011.
- SOUZA, V. C.; ANDRADE, L. A.; CRUZ, F. R. S.; FABRICANTE, J. R.; OLIVEIRA, L. S. B. Conservação de sementes de marizeiro *Geoffroea spinosa* Jacq. utilizando diferentes embalagens e ambientes. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 21, n. 1, p. 93-102, 2011.
- STATSOFT INC. **Statistica data analysis system version 8.0**. Tulsa, 2008.
- VERTUCCI, C. W.; LEOPOLD, A. C. Dynamics of imbibition by soybean embryos. **Plant Physiology**, Minneapolis, v. 72, p. 190-193, 1983.

