

EMBEBIÇÃO, OSMOCONDICIONAMENTO E VIABILIDADE DE SEMENTES DE *Apuleia leiocarpa* (VOGEL.) J. F. MACBR.IMBIBITION, OSMOCONDITIONING AND VIABILITY OF *Apuleia leiocarpa* (VOGEL.) J. F. MACBR. SEEDSCristiani Spadeto¹ Liana Hilda Golin Mengarda² Márcia Cristina Paulucio³
José Carlos Lopes⁴ Miele Tallon Matheus⁵**RESUMO**

Objetivou-se, com este trabalho, caracterizar a embebição e avaliar a qualidade fisiológica de sementes de *Apuleia leiocarpa* após o osmocondicionamento. O estudo da embebição foi realizado em sementes intactas e escarificadas, em água destilada durante 96 horas. No estudo do osmocondicionamento, as sementes escarificadas foram separadas em três sublotes (L1; L2; L3), o primeiro foi condicionado em água destilada (controle), o segundo e o terceiro foram osmocondicionados em PEG 6000, nos potenciais de -0,4 e -0,8 MPa, respectivamente, por 10 horas. Posteriormente, as sementes foram acondicionadas em sacos plásticos e mantidas sob temperatura controlada de $3 \pm 1^\circ\text{C}$. A semeadura foi realizada após 0, 30, 60, 90 e 120 dias do osmocondicionamento. A qualidade das sementes foi avaliada pelos testes: germinação, índice de velocidade de germinação, frequência relativa de germinação, comprimento da parte aérea e radicular e massa seca das plântulas. A embebição das sementes escarificadas de *Apuleia leiocarpa* segue o modelo trifásico de absorção de água, com início após três horas e culmina com a protrusão da raiz primária após 72 horas. As sementes osmocondicionadas em -0,8 MPa de PEG mantiveram a qualidade fisiológica, enquanto as sementes osmocondicionadas em água e em -0,4 MPa de PEG reduziram linearmente a porcentagem e a velocidade de germinação, o comprimento e a biomassa seca das plântulas.

Palavras-chave: garapa; PEG 6000; germinação; vigor.

ABSTRACT

The aim of this work was to characterize the imbibition and to evaluate the physiological quality of *Apuleia leiocarpa* seeds after priming. It was done the immersion of intact and scarified seeds in distilled water for 96 hours. In the study of priming, the scarified seeds were separate on three lots (L1, L2, L3), the first has been conditioned in distilled water only (control), the second and the third were osmoconditioned in PEG 6000, at potentials of -0.4 and -0.8 MPa, respectively, for 10 hours. Then, the seeds were placed in plastic bags and kept under controlled temperature of $3^\circ\text{C} \pm 1$. Sowing was performed after 0, 30, 60, 90 and 120 days of priming. Seed quality was evaluated by: germination percentage, germination speed index, relative frequency of germination, root length, shoot length, and seedling dry weight. The seed imbibition of *Apuleia leiocarpa* follows the three-phase model of water absorption, starting after three hours and culminates with the primary root protrusion after 72 hours. The primed seeds in -0.8 MPa of PEG maintained the physiological quality of seeds, while seeds primed in water and -0.4 MPa of PEG linearly

1 Bióloga, MSc., Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Av. Antônio Carlos, 6627, CEP 31270-901, Belo Horizonte (MG), Brasil. cristianispadeto@gmail.com

2 Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor titular do Departamento de Produção Vegetal, Universidade Federal do Espírito Santo, Alto Universitário, s/n, CEP 29500-000, Alegre (ES), Brasil. jcufes@bol.com.br

3 Bióloga, Dra., Pós-doutoranda do Programa de Pós-graduação em Genética e Melhoramento, Universidade Federal do Espírito Santo, Alto Universitário, s/n, CEP 29500-000, Alegre (ES), Brasil. liana_ya@yahoo.com.br

4 Bióloga, MSc., Universidade Federal do Espírito Santo, Alto Universitário, s/n, CEP 29500-000, Alegre (ES), Brasil. marciacris_paulucio@hotmail.com

5 *In memorium*

Recebido para publicação em 5/09/2014 e aceito em 17/08/2016

reduced the percentage and speed of germination, the length and the dry weight of seedlings.

Keywords: garapa; PEG 6000; germination; vigor.

INTRODUÇÃO

A *Apuleia leiocarpa* (Vogel.) J. F. Macbr. (Fabaceae), popularmente conhecida como garapa, é uma espécie decídua, heliófita ou de luz difusa, característica da floresta latifoliada semidecídua da Bacia do Paraná, que ocorre em menor frequência na floresta pluvial, estendendo-se do estado do Pará até o Rio Grande do Sul. Sua altura média é de 25 a 35 m, com tronco de 60-90 cm de diâmetro, madeira dura e de longa durabilidade, empregada em marcenaria, esquadrias e na construção civil. Seu florescimento ocorre nos meses de agosto a setembro, e os frutos são indeiscentes, amadurecem nos meses de janeiro a fevereiro, com uma semente por fruto, destacando-se como uma espécie florestal com grande importância ecológica e ornamental (LORENZI, 2008).

Devido à dureza do tegumento, o beneficiamento de suas sementes facilita a germinação, como verificado por Spadeto et al. (2012), entretanto, a manipulação durante a colheita ou escarificação das sementes pode gerar injúrias mecânicas, que podem provocar danos ao tegumento e reduzir a viabilidade das mesmas (MARTINS NETTO et al., 1999). Nas espécies florestais, a produção de mudas é ainda mais dificultada por problemas relacionados à obtenção de sementes, devido aos períodos irregulares de frutificação e de maturação de sementes (SARMENTO; VILLELA, 2010; FELIPPI et al., 2012), à coleta, dificultada pelo grande porte da maioria das espécies florestais nativas (FELIPPI et al., 2012), e ao difícil acesso às matrizes (LOPES; SOARES, 2006; SARMENTO; VILLELA, 2010). Neste sentido, o osmocondicionamento pode ser empregado, a fim de reduzir a deterioração durante o armazenamento e manter as sementes viáveis após sofrerem algum dano ou injúria no tegumento, ou mesmo após tratamentos de escarificação antecipadamente a sua semeadura.

O condicionamento osmótico tem sido estudado em diversas espécies florestais, como em sementes de *Anadenanthera peregrina* (L.) SPEG (PINHO et al., 2009) e sementes de três espécies do gênero *Stryphnodendron* Mart (KISSMANN et al., 2010). A técnica consiste em hidratar as sementes a ponto de ativar alguns dos processos bioquímicos que a preparam para a germinação (MARCOS FILHO, 2005).

Diversos agentes osmóticos são utilizados para condicionar as sementes, como cloreto de sódio (NaCl), nitrato de potássio (KNO₃), sulfato de magnésio (MgSO₄), cloreto de magnésio (MgCl₂), ortofosfato de potássio (KH₂PO₄), sulfato de manganês (MnSO₄), manitol e polietilenoglicol (PEG) (MARCOS FILHO, 2005). Entre estes, a utilização do PEG tem como principal vantagem a característica de tratar-se de um produto com elevado peso molecular, caracterizado por não atravessar o sistema de membrana das sementes e não causar toxidez às mesmas (KISSMANN et al., 2011).

Assim, objetivou-se com este trabalho caracterizar a embebição e avaliar a qualidade fisiológica de sementes de *Apuleia leiocarpa* após o osmocondicionamento.

MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos de *Apuleia leiocarpa* (Vogel.) J. F. Macbr. foram coletados diretamente de matrizes localizadas no município de Jerônimo Monteiro - ES (coordenadas geográficas: -20°48'11" -41°21'49"), em março de 2012, conduzidos ao Laboratório de Análise de Sementes do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), município de Alegre - ES, onde foram realizados os experimentos.

As sementes foram beneficiadas manualmente, secas à temperatura ambiente do laboratório até o teor de água de 7,42%, e em seguida armazenadas em geladeira à temperatura de 3±1°C, por sete dias.

A curva de embebição foi determinada com quatro repetições de 25 sementes, recém-colhidas, intactas e escarificadas com ácido sulfúrico concentrado por 20 minutos, dispostas em placas de Petri, acondicionadas em câmara de germinação a 30°C, com 80% das sementes submersas, e pesagens a intervalos predeterminados: uma hora, nas primeiras 12 horas; de seis horas, até 24 horas, e a cada 24 horas até o final do experimento. Para as pesagens, as sementes foram removidas da água, secas com papel-toalha e pesadas, sendo registrada a protrusão da raiz primária durante o período das avaliações.

No osmocondicionamento, as sementes foram submetidas à escarificação química com ácido sulfúrico (98%) durante 20 minutos, sendo posteriormente lavadas em água corrente, e enxaguadas com água destilada por três vezes. Sofreram assepsia com hipoclorito de sódio na concentração de 1% por 10 minutos, sendo em seguida lavadas em água destilada, e imersas por 30 segundos em solução do fungicida Captan® (pó molhável, 50 g L⁻¹). Após estes procedimentos, as sementes foram secas com papel-toalha e separadas em três sublotes (L1; L2 e L3); o Lote 1 foi condicionado apenas em água destilada (controle); e os Lote 2 e 3 foram osmocondicionados em polietilenoglicol 6000 (PEG 6000), nos potenciais de -0,4 e -0,8 MPa, respectivamente. As soluções osmóticas foram preparadas para a temperatura de 25°C, a partir da diluição do PEG 6000 em água destilada (VILLELA et al., 1991) e metodologia de Michel e Kaufmann (1973). Para o condicionamento, as sementes foram distribuídas nas soluções, em caixas tipo gerbox, mantidas submersas 80% da sua estrutura, por um período de 10 horas, sob temperatura controlada de 30°C. O período de condicionamento das sementes foi baseado na curva de embebição. Posteriormente, as sementes foram mantidas sobre papel-toalha para redução do excesso de água.

A semeadura foi feita em placas de Petri com três folhas de papel Germitest® umedecido com água destilada, com volume equivalente a três vezes a massa do papel seco, que foram mantidas em câmara de germinação do tipo BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), sob temperatura de 30°C e luz constante. As sementes restantes foram acondicionadas em sacos plásticos com dimensões de 20 x 12 x 0,12 cm e armazenadas em geladeira, sob temperatura controlada de 3±1°C, repetindo-se as avaliações a cada 30 dias, durante 120 dias.

Para avaliação da qualidade fisiológica das sementes foram utilizados os seguintes testes e/ou determinações: teor de água na semente – realizado em estufa a 105±3°C por 24 horas, utilizando-se duas repetições de 20 sementes, pesadas em balança com precisão de 0,0001 g (BRASIL, 2009), e os resultados foram expressos em porcentagem média de umidade (base úmida); germinação (G) – a contagem de sementes germinadas foi realizada diariamente, sendo computado após 15 dias da semeadura o total de sementes germinadas, e os resultados expressos em porcentagem; índice de velocidade de germinação (IVG) – foi feito juntamente com o teste de germinação, efetuando-se contagens diárias das sementes germinadas, que apresentavam protrusão da raiz primária com dimensão ≥ 2 mm, de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962):

$$IVG = (G1/N1) + (G2/N2) + \dots + (Gn/Nn),$$

Em que: IVG = índice de velocidade de germinação; G = número de sementes germinadas a cada dia, e; N = número de dias transcorridos da semeadura à última contagem de germinação; frequência relativa de germinação (F) – calculada a partir dos dados de germinação diária, em função do tempo de incubação (LABOURIAU; VALADARES, 1976); comprimento da parte aérea (CPA) e da raiz (CR) – realizados com as plântulas normais obtidas no teste de germinação, com o auxílio de papel milimetrado, da distância entre o colo da planta e o ponto de inserção do primeiro par de folhas; e o comprimento da raiz, pela medida tomada entre o colo da planta e a ponta da maior raiz, sendo os resultados foram expressos em cm planta⁻¹; massa seca das plântulas (MS) – as plântulas normais obtidas no teste de comprimento da parte aérea e da raiz foram colocadas em sacos de papel kraft e mantidas em estufa com circulação de ar forçada, regulada a 72 °C por 72 horas. Posteriormente, as plântulas foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,0001 g, e os resultados expressos em mg planta⁻¹.

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado e no esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições de 25 sementes. As parcelas corresponderam a três concentrações de polietilenoglicol 6000 (0,0; -0,4; e -0,8 MPa) e as subparcelas, aos cinco tempos de avaliação (0, 30, 60, 90 e 120 dias). Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias, dentro dos tratamentos, foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa estatístico R versão 3.0.1 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2013). Foram adotados os modelos de regressão com significância menor que 5% de probabilidade e maior ordem (R²).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As sementes não escarificadas não absorveram água, comportando-se como sementes com tegumento duro e impermeável à água, com dormência tegumentar. No entanto, as sementes escarificadas seguiram o modelo trifásico de absorção de água (BEWLEY; BLACK, 1994), com protrusão da raiz primária após 72 horas, caracterizando o terceiro estágio de embebição (Figura 1).

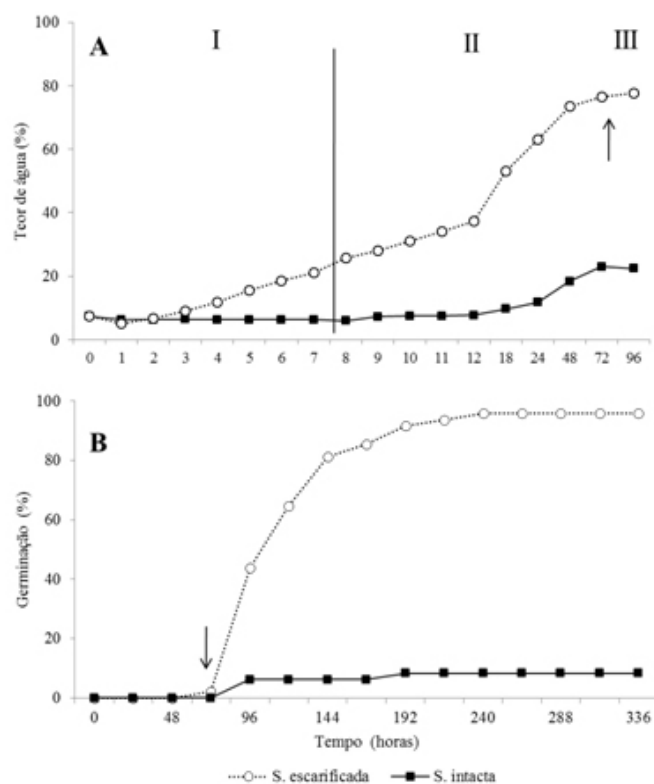


FIGURA 1: Embebição de água (A) e porcentagem de germinação (B) de sementes de *Apuleia leiocarpa* em função do tempo. As setas indicam o início da protrusão da raiz primária.

FIGURE 1: Water imbibition (A) and germination percentage (B) of *Apuleia leiocarpa* seeds in function of the time. Arrows indicate the start of radicle protrusion.

A embebição é composta por três fases distintas; a fase I, caracterizada pela rápida absorção da água, foi observada somente nas sementes escarificadas. A escarificação foi, portanto, procedimento necessário para rompimento do tegumento, o que caracteriza a dormência física por impermeabilidade do tegumento à água (LABOURIAU, 1983; BEWLEY; BLACK, 1994; MARCOS FILHO, 2005). Esta fase teve início a partir de três horas, sendo controlada pela diferença de potencial hídrico existente entre a semente e o substrato contendo água destilada. O tempo de absorção e a quantidade de água absorvida são variáveis em função da natureza e da composição do tegumento.

A fase II, que ocorre somente em sementes viáveis, prolongou-se por 72 horas. A absorção foi mantida constante com ligeiro aumento durante o período de preparação e ativação do metabolismo. As sementes que apresentam dormência em nível de tegumento apresentam essa fase prolongada, e praticamente não absorvem água. Nela são observados os primeiros sinais da reativação do metabolismo, ocorrendo o aumento da atividade respiratória, a ativação de enzimas e a síntese de proteínas a partir do RNA-m armazenado ao final do processo de maturação (MARCOS FILHO, 2005). A semente atinge alto teor de água, que passa a exercer força contrária à entrada de água nas células, pressão hidrostática (POPINIGIS, 1985). Nesta fase, ocorre a preparação para germinação por meio da degradação das substâncias de reserva, gerando energia para a retomada do crescimento do embrião.

A fase III, caracterizada pela protrusão da raiz primária e crescimento da plântula (BEWLEY; BLACK, 1994), teve seu início a partir de 72 horas de embebição, com aproximadamente 50% de sementes

germinadas. Comportamento similar foi observado por Lemes et al. (2011) em sementes de *Cupania vernalis*, em que a protrusão da raiz primária ocorreu após 48 horas.

O osmocondicionamento em PEG 6000 influenciou positivamente na manutenção da viabilidade e do vigor das sementes de *Apuleia leiocarpa* (Tabela 1). O lote L3, sementes tratadas com PEG a -0,8 MPa, manteve o vigor das sementes por 120 dias, enquanto nos lotes L1 (0,0 MPa) e L2 (-0,4 MPa) houve redução linear (Figura 2). As maiores médias de germinação foram obtidas no lote L3, com 86 e 88%, após 30 e 60 dias de armazenamento, respectivamente. Além disso, esse potencial osmótico proporcionou elevada porcentagem de germinação (70%), mesmo após 120 dias de armazenamento (Tabela 1).

TABELA 1: Porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento da parte aérea, comprimento da raiz e massa seca de plântulas provenientes de sementes de *Apuleia leiocarpa* osmocondicionadas e armazenadas.

TABLE 1: Germination percentage, germination speed index, shoot length, root length and dry weight of seedlings from *Apuleia leiocarpa* osmoconditioned and stored seeds.

Tempo (dias)	PEG (MPa)			Médias
	0 (L1)	- 0,4 (L2)	- 0,8 (L3)	
Germinação (%)				
0	74,00 a	47,00 b	62,00 ab	61,00
30	73,00 a	83,00 a	86,00 a	80,67
60	61,00 b	62,00 b	88,00 a	70,35
90	13,00 b	10,00 b	57,00 a	26,67
120	11,00 b	19,00 b	70,00 a	33,35
Médias	46,40	44,20	72,60	
CV= 25,97 %				
Índice de velocidade de germinação				
0	2,67 a	2,27 a	2,77 a	2,57
30	2,86 b	3,80 a	3,74 a	3,46
60	1,91 b	2,59 b	3,80 a	2,76
90	0,51 b	0,37 b	2,21 a	1,03
120	0,37 b	0,91 b	3,49 a	1,59
Médias	1,66	1,99	3,20	
CV= 24,10 %				
Comprimento da parte aérea (cm)				
0	5,48	4,34	5,18	5,00
30	5,75	5,94	5,94	5,89
60	4,42	4,21	5,12	4,58
90	2,20	1,20	4,80	2,73
120	4,02	3,63	5,49	4,38
Médias	4,37 b	3,86 b	5,31 a	
CV= 22,61 %				
Comprimento da raiz (cm)				
0	1,84 a	1,31 a	1,83 a	1,66
30	1,89 a	2,30 a	2,06 a	2,08
60	1,59 b	2,00 ab	2,63 a	2,07

Continua...

TABELA 1: Continuação...

TABLE 1: Continued...

Tempo (dias)	PEG (MPa)			Médias
	0 (L1)	-0,4 (L2)	-0,8 (L3)	
90	0,95 b	0,30 b	1,96 a	1,07
120	0,60 b	0,76 b	2,52 a	1,29
Médias	1,37	1,33	2,20	
CV= 32,97 %				
Massa seca (mg)				
0	23,30	19,50	23,50	22,12
30	24,80	22,70	24,30	23,93
60	26,40	24,50	24,20	25,02
90	13,50	6,60	23,30	14,45
120	16,50	20,30	24,80	20,55
Médias	20,89 a	18,74 a	24,02 a	
CV= 30,91 %				

Em que: Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade. (CV = coeficiente de variação). L2 = Lote 2.

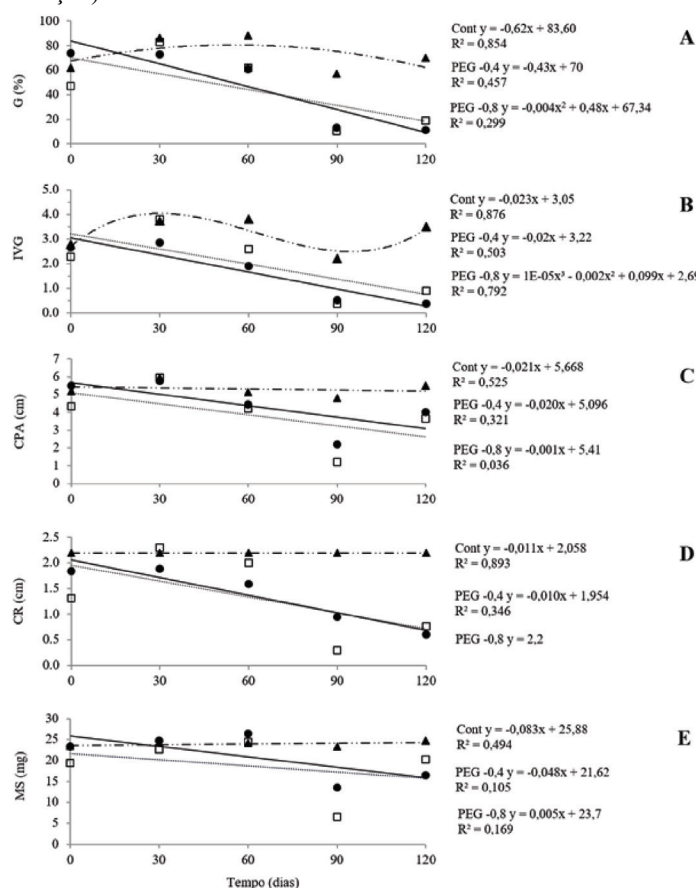


FIGURA 2: A - Porcentagem de germinação (G%); B - índice de velocidade de germinação (IVG); C - Comprimento da parte aérea (CPA); D - comprimento da raiz (CR); E - massa seca (MS) de plântulas provenientes de sementes de *Apuleia leiocarpa* osmocondicionadas e armazenadas. Em que: = controle (L1); = -0,4 MPa (L2); e = -0,8 MPa (L3).

FIGURE 2: A - Germination percentage (G%); B - germination speed index (IVG); C - shoot length (CPA); D - root length (CR); and E - dry mass (DM) of seedlings from *Apuleia leiocarpa* osmoconditioned and stored seeds. Where: = control (L1); = -0.4 MPa (L2); e = -0.8 MPa (L3).

Resultado semelhante foi observado por Kissmann et al. (2010) ao avaliarem a germinação e vigor das sementes de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville e *Stryphnodendron polyphyllum* Mart osmocondicionadas. Fialho et al. (2010) observaram que o osmocondicionamento realizado com PEG 6000 contribuiu para externar o vigor das sementes de *Capsicum annuum* L., sugerindo ser esta uma técnica para aumentar os valores de porcentagem de germinação e de vigor das sementes. Entretanto, para sementes de *Myracrodruon urundeuva*, a partir do potencial $-0,6$ MPa houve maior redução na viabilidade, e nos potenciais osmóticos inferiores a $-0,8$ MPa ocorreu redução acentuada, culminando com germinação nula (VIRGENS et al., 2012).

As sementes do lote L1 (mantidas apenas em água destilada) apresentaram as menores médias de germinação (13 e 11%) após 90 e 120 dias de armazenamento. Comportamento similar foi observado nas sementes do lote L2 ($-0,4$ MPa), no qual as avaliações feitas após 90 e 120 dias revelaram redução na porcentagem de germinação (10 e 19%, respectivamente) (Tabela 1).

Borges et al. (2002), estudando o comportamento fisiológico de sementes osmocondicionadas de *Platymiscium pubescens* Micheli (tamboril-da-mata), obtiveram maior germinação quando as sementes foram acondicionadas somente em água. Neste mesmo trabalho, sementes osmocondicionadas em PEG 6000 só germinaram após serem transferidas para água. Maiores taxas de germinação para sementes de *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg. osmocondicionadas em PEG foram observadas naquelas mantidas em um potencial de $-0,4$ MPa (PINHO et al., 2010).

Para todos os tempos avaliados, as maiores médias de germinação foram registradas nas sementes do lote L3, osmocondicionadas a $-0,8$ MPa (Tabela 1), sugerindo que este seja um potencial adequado para manter a qualidade fisiológica das sementes de *Apuleia leiocarpa*, corroborando os resultados obtidos por Spadeto et al. (2012). O osmocondicionamento tem a função de reparar macromoléculas danificadas e estruturas celulares com a ativação de eventos metabólicos nas fases I e II da embebição sem, contudo, ocorrer a protrusão radicular (BRADFORD, 1986; BEWLEY; BLACK, 1994). Assim, a técnica de osmocondicionamento estabelece condições favoráveis para aumentar a germinabilidade das sementes e o vigor das plântulas (CARDOSO et al., 2012), contribuindo, dessa forma, para obter mudas em menor período (SANTOS et al., 2008).

O osmocondicionamento proporcionou resultados significativos no índice de velocidade de germinação (Tabela 1). As médias foram superiores no lote L2 ($-0,4$ MPa), para sementes avaliadas após 30 dias (3,80) e no lote L3 ($-0,8$ MPa), com médias de 3,74 e 3,80, após 30 e 60 dias, respectivamente. Destaque deve ser dado à velocidade de germinação das sementes do lote L3, ($-0,8$ MPa) após 120 dias (3,49). Essa rápida germinação obtida é importante, por reduzir o tempo de exposição das sementes a fatores desfavoráveis no campo, evitando, por exemplo, a competição com outras espécies (MARCOS FILHO, 2005).

Com relação à distribuição da frequência relativa de germinação observou-se pico único de germinação das sementes do lote L3 ($-0,8$ MPa) após 30 e 90 dias de armazenamento (Figura 3). Durante o período avaliado a maior irregularidade de germinação foi observada nas sementes do lote L1 (osmocondicionadas em água) no tempo inicial (zero).

Sementes dos três lotes, nos tempos de armazenamento zero e 30 dias, iniciaram a germinação no segundo e terceiro dias após a semeadura. Spadeto et al. (2012) observaram, para a mesma espécie, tempo superior para emissão da raiz primária, que teve início após três dias da semeadura. Atraso na germinação (Figura 3) foi observado nas sementes do lote L2 ($-0,4$ MPa), na avaliação após 90 dias de armazenamento, caracterizando a redução do vigor das sementes durante o período de armazenamento.

O tempo médio de germinação foi menor nas sementes do lote L2, no tempo zero. Entretanto, este padrão não foi observado para os demais tempos de armazenamento para esse lote. A redução do tempo médio de germinação, para quase todos os tempos de avaliação foi observada no lote L3 ($-0,8$ MPa). Este resultado corrobora os obtidos por Cardoso et al. (2012), que recomendam o condicionamento osmótico para reduzir o tempo e proporcionar a sincronização no processo de germinação. Médias superiores para o comprimento da parte aérea e raiz foram obtidas nas plântulas oriundas das sementes do lote L3 ($-0,8$ MPa) (5,31 e 2,20 cm, respectivamente) (Tabela 1).

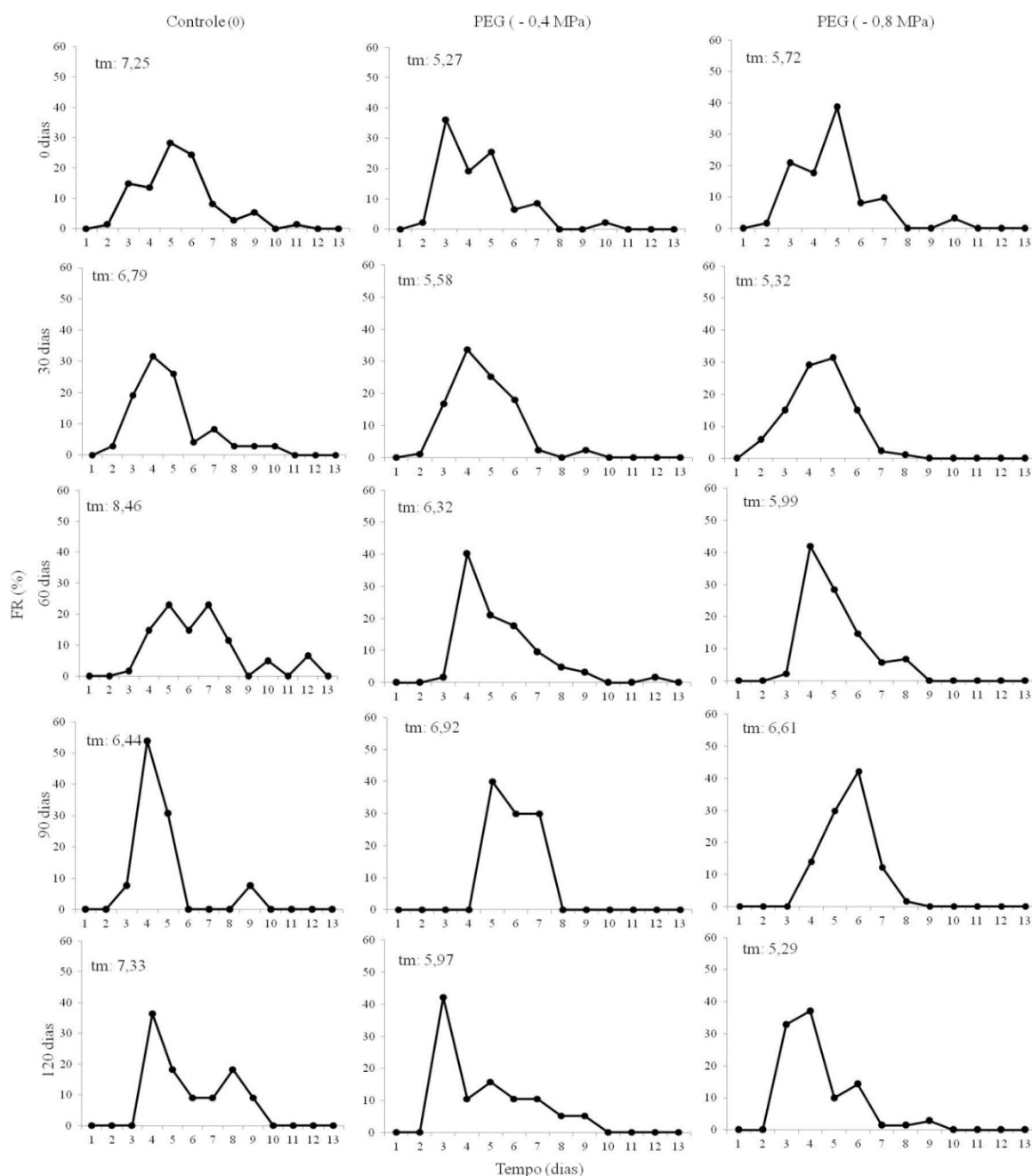


FIGURA 3: Frequência relativa da germinação (FR %) de sementes de *Apuleia leiocarpa* osmocondicionadas e armazenadas. Em que: tm - tempo médio de germinação (dias); controle = L1; -0,4 MPa = L2; e -0,8 MPa = L3.

FIGURE 3: Relative frequency of germination (FR %) of *Apuleia leiocarpa* osmoconditioned and stored seeds. Where: tm - mean germination time (days); control = L1; -0,4 MPa = L2; e -0,8 MPa = L3.

Ao analisar o comprimento da parte aérea e da raiz em função do tempo de armazenamento, verifica-se que houve redução nessas variáveis ao longo dos 120 dias, somente para as sementes dos lotes L1 e L2, sendo que nas plântulas oriundas das sementes do lote L3, tratadas com solução de -0,8 MPa, os valores dessas variáveis não se alteraram (Figura 2C e D). Comportamento similar foi observado por Kissmann et al. (2010), ao analisarem o comprimento médio da raiz de plântulas de *Stryphnodendron*

adstringens e *Stryphnodendron obovatum* osmocondicionadas.

Com relação à massa seca das plântulas (Figura 2E), observou-se comportamento similar, com redução nos lotes L1 (controle) e L2 (-0,4 MPa), e manteve-se inalterada no L3 (-0,8 MPa), fato que pode ser atribuído à restrição hídrica, que consequentemente afeta os processos fisiológicos e biológicos, reduzindo-os, ou devido ao comprometimento das enzimas responsáveis pela hidrólise e mobilização das reservas armazenadas nas sementes (BEWLEY; BLACK, 1994). Outras espécies florestais, como *Stryphnodendron adstringens*, *Stryphnodendron obovatum* e *Stryphnodendron polyphyllum*, também apresentaram maiores valores médios após o osmocondicionamento (KISSMANN et al., 2010).

Verifica-se que ocorrem diferenças de comportamento fisiológico entre espécies, famílias e gêneros, portanto, há necessidade de conduzir maiores estudos nas diversas espécies vegetais individualmente, não havendo possibilidade de se afirmar simplesmente com base na família ou gênero a que pertence a espécie, principalmente com espécies florestais (LOPES; ALEXANDRE, 2010). Pelo comportamento do lote L3 (osmocondicionamento em -0,8 MPa de PEG 6000), nota-se que as sementes não apresentaram redução na qualidade fisiológica, sugerindo que o osmocondicionamento foi eficiente na manutenção da germinação e do vigor das sementes de *Apuleia leiocarpa* durante 120 dias. Isto pode ser atribuído ao reparo das membranas ter sido mais ajustado no menor potencial, enquanto as sementes dos lotes L1 e L2, condicionadas em água destilada e em PEG 6000 à -0,4 Mpa, apresentaram redução progressiva nas variáveis avaliadas a partir de 60 dias. Essa diferença entre os tratamentos é atribuída aos diversos processos metabólicos, além de reparos do sistema de membranas que ocorrem durante a fase de armazenamento das sementes condicionadas (BRADFORD, 1986).

CONCLUSÕES

As sementes de *Apuleia leiocarpa* apresentam dormência tegumentar.

A embebição das sementes de *Apuleia leiocarpa* segue o modelo trifásico de absorção de água, com início após três horas e culmina com a protrusão da raiz primária após 72 horas.

As sementes de *Apuleia leiocarpa* osmocondicionadas mantêm a viabilidade por 120 dias (sob temperatura de $3\pm 1^{\circ}\text{C}$, sem a desidratação após o condicionamento), sendo que maior índice de velocidade de germinação e maior porcentagem de germinação são obtidos com o osmocondicionamento em -0,8 MPa de PEG 6000.

AGRADECIMENTOS

À FAPES e ao CNPq pela concessão de bolsas ao primeiro, segundo e quarto autores, respectivamente.

REFERÊNCIAS

- BEWLEY, D. D.; BLACK, A. M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum, 1994. 445 p.
- BORGES, E. E. L. et al. Comportamento fisiológico de sementes osmocondicionadas de *Platymiscium pubescens* Micheli (tamboril-da-mata). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 26, n. 5, p. 603-613, 2002.
- BRADFORD, K. J. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. **HortScience**, Alexandria, v. 21, n. 5, p. 1105-1112, 1986.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análises de sementes**. Brasília: Secretaria de Defesa Agropecuária, 2009. 395 p.
- CARDOSO, N. S. N. et al. Osmocondicionamento na germinação de sementes, crescimento inicial e conteúdo de pigmentos de *Myracrodruon urundeuva* fr. Allemão **Revista Brasileira de Biociência**, Porto Alegre, v. 10, n. 4, p. 457-461, 2012.
- FELIPPI, M. et al. Fenologia, morfologia e análise de sementes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 3, p. 477-491, 2012.
- FIALHO, G. S. et al. Osmocondicionamento em sementes de pimenta ‘amarela comprida’ (*Capsicum annuum* L.) submetidas à deterioração controlada. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34,

- n. 3, p. 646-652, 2010.
- KISSMANN, C. et al. Germinação de sementes de *Stryphnodendron* Mart. osmocondicionadas. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 26-35, 2010.
- KISSMANN, C. et al. Biorregulador e pré-condicionamento osmótico na germinação de sementes e no crescimento inicial da muda de carobinha (*Jacaranda decurrens* subsp. *symmetrifoliolata* Farias & Proença) – Bignoniaceae. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 13, n. 1, p. 58-67, 2011.
- LABOURIAU, L. G. **A germinação da semente**. Washington: OEA, 1983. 173 p.
- LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M. E. B. On the germination of seeds *Calotropis procera* (Ait.) Ait.f. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 48, n. 2, p. 263-284, 1976.
- LEMES, E. Q. et al. Germinação e caracterização morfológica de sementes de *Cupania vernalis* Cambess. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, Garça, v. 18, n. 1, p. 71-82, 2011.
- LOPES, J. C.; ALEXANDRE, R. S. A. Germinação de sementes de espécies florestais. In: CHICHORRO, J. F. et al. (Org.). **Tópicos em Ciências Florestais**. 1. ed. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2010. v. 1. p. 21-56.
- LOPES, J. C.; SOARES, A. Estudo da maturação de sementes de carvalho vermelho (*Miconia cinnamomifolia* (dc.) naud.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 4, p. 623-628, 2006.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. v. 1. 384 p.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination and in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495 p.
- MARTINS NETTO, D. A. et al. Efeito de diferentes graus de dano mecânico na qualidade fisiológica de sementes de sorgo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 8, p. 1475-1480, 1999.
- MICHEL, B. E.; KAUFMANN, M. R. The osmotic potencial of polyethylene glycol 6000. **Plant Physiology**, Rockville, v. 51, n. 5, p. 914-916, 1973.
- PINHO, D. S. et al. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg. durante o armazenamento. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 33, n. 1, p. 27-33, 2009.
- PINHO, D. S. et al. 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, 2010.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia de sementes**. 2. ed. Brasília: [s. n.], 1985. 289 p.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2013. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>
- SANTOS, M. C. A. et al. Condicionamento osmótico de sementes: revisão de literatura. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 2, p. 1-6, 2008.
- SARMENTO, M. B.; VILLELA, F. A. Sementes de espécies florestais nativas do sul do Brasil. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 20, n. 1/2, p. 39-44, 2010.
- SPADETO, C. et al. Estresse salino e hídrico na germinação de sementes de garapa (*Apuleia leiocarpa* (VOGEL.) J. F. Macbr.). **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 8, n. 14, p. 539-551, 2012.
- VILLELA, F. A. et al. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietilenoglicol 6.000 e da temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 11/12, p. 1957-1968, 1991.
- VIRGENS, I. O. et al. Comportamento fisiológico de sementes de *Myracrodruon urundeuva* fr. all. (Anacardiaceae) submetidas a fatores abióticos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 4, p. 681-692, 2012.