

SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA DE SEMENTES DE *Sapindus saponaria* L.

OVERCOMING DORMANCY OF *Sapindus saponaria* L. SEEDS

Rosemere dos Santos Silva¹ Edna Ursulino Alves² Riselane de Lucena Alcântara Bruno²
Sueli da Silva Santos-Moura³ Flávio Ricardo da Silva Cruz⁴ Marina Matias Ursulino⁴

RESUMO

Sapindus saponaria L. (Sapindaceae) é uma espécie nativa do Brasil utilizada na recuperação de áreas degradadas e detém propriedades medicinais, mas a dormência das suas sementes dificulta a germinação e a obtenção de plântulas de forma rápida. O presente estudo teve por objetivo avaliar a eficiência de diferentes tratamentos na superação da dormência de sementes de *Sapindus saponaria*. Os tratamentos para a superação da dormência das sementes foram: testemunha - sementes intactas; imersão em ácido sulfúrico concentrado (H₂SO₄ 96% P.A) por 60, 70, 80 e 90 minutos; imersão em ácido sulfúrico concentrado por 60, 70, 80 e 90 minutos seguido de embebição em água destilada à temperatura ambiente por 12, 24 e 36 horas; imersão em água a 70 °C por 10 e 15 minutos seguida de exposição em geladeira (6 °C) por 30 minutos; imersão em água a 70 °C por 10 e 15 minutos seguida de exposição em freezer (-18 °C) por 30 minutos; choque térmico mediante a exposição das sementes em estufa de circulação forçada de ar regulada a 70 °C por 5, 10 e 15 minutos seguida de transferência para geladeira e freezer durante 30 minutos. Para fins de comparação entre os tratamentos foram avaliados a porcentagem de emergência, velocidade e primeira contagem de emergência, comprimento de parte aérea e raiz primária, massa seca de parte aérea e raízes. A imersão das sementes em ácido sulfúrico por 80 minutos seguida de embebição em água por 24 horas é eficiente para superar a dormência, acelerar e promover a emergência e o crescimento das plântulas de *Sapindus saponaria*.

Palavras-chave: dormência tegumentar; tecnologia de sementes; espécies florestais.

ABSTRACT

Sapindus saponaria L. (Sapindaceae) is a species native to Brazil used in the recovery of degraded areas and has medicinal properties, but the dormancy of its seeds affects negatively the germination and fast obtaining of seedlings. The present study aimed to evaluate the efficiency of different methods for overcoming dormancy of *Sapindus saponaria* seeds. The treatments to overcome the seeds dormancy were: control - intact seeds; immersion in concentrated sulfuric acid (96% H₂SO₄ P.A) for 60, 70, 80 and 90 minutes; immersion in concentrated sulfuric acid for 60, 70, 80 and 90 minutes followed by immersion in distilled water at room temperature for 12, 24 and 36 hours; immersion in water at 70 °C for 10 to 15 minutes followed by exposure in a refrigerator (6 °C) for 30 minutes; immersion in water at 70 °C for 10 to 15 minutes followed by exposure in a freezer (-18 °C) for 30 minutes; heat shock by exposing the seeds in a forced air circulation oven regulated at 70 °C for 5, 10 and 15 minutes followed by the transference to refrigerator and freezer for 30 minutes. For comparison between treatments were evaluated emergence percentage, speed and first counting of emergence, shoot length and primary root, dry matter of shoots and

1 Bióloga, Mestra em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba, Campus II, Rodovia BR 079 - Km 12, CEP 58397-000, Areia (PB), Brasil. rosyufpbio@hotmail.com

2 Engenheira Agrônoma, Dr^a., Professora Associada da Universidade Federal da Paraíba, Campus II, Rodovia BR 079 - Km 12, CEP 58397-000, Areia (PB), Brasil. ednaursulino@cca.ufpb.br / lane@cca.ufpb.br

3 Engenheira Agrônoma, MSc., Doutora em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba, Campus II, Rodovia BR 079 - Km 12, CEP 58397-000, Areia (PB), Brasil. suelidasilvasantos@yahoo.com.br

4 Engenheiro(a) Agrônomo(a), Mestre(a) em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba, Campus II, Rodovia BR 079 - Km 12, CEP 58397-000, Areia (PB), Brasil. flicardocruz@hotmail.com / marinamatiasu@gmail.com

Recebido para publicação em 26/04/2015 e aceito em 27/06/2017

roots. The immersion of the seeds in sulfuric acid for 80 minutes followed by imbibition in water for 24 hours is efficient to overcome the dormancy, to accelerate and to promote the emergence and growth of *Sapindus saponaria*.

Keywords: tegumentary dormancy; seed technology; forest species.

INTRODUÇÃO

Sapindus saponaria L. da família Sapindaceae, conhecida popularmente por saboneteira, saboeiro, sabão-de-macaco, sabonete e fruta-de-sabão ocorre nas regiões Norte, Nordeste e Centro Oeste do Brasil e caracteriza-se por ser uma árvore perenifólia ou semidecídua, heliófita, de pequeno porte, chegando a atingir de 4 a 9 metros de altura. Esta planta pode ser utilizada em paisagismo, por possuir uma copa densa que proporciona sombra, bem como em programas de recuperação de áreas degradadas e de preservação permanente (LORENZI, 2002). A mesma destaca-se por conter em suas raízes, cascas, folhas e frutos uma substância denominada de saponina, derivada de metabólitos secundários (CARRIL; GARCÍA, 2009), a qual vem sendo utilizada na fabricação de sabões (LORENZI, 2002), cosméticos e pela indústria farmacêutica, já que possui atividades adstringente, antiulcerativa e antineoplásica (ALBIERO; BACCHI; MOURÃO, 2001; MARGU, 2002). Além disso, tem ação vermífuga que auxilia no tratamento de protozoários em ruminantes (GOEL; MAKKAR; BECKER, 2008), entre outras finalidades.

A germinação se constitui como um fenômeno fisiológico que depende de condições ambientais favoráveis, como a água, oxigênio, temperatura, luz e substrato, para que o eixo embrionário continue a se desenvolver até a formação da plântula (BRASIL, 2009; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). No entanto, as sementes de *Sapindus saponaria* apresentam dormência tegumentar, que inibe a entrada de água e oxigênio, o que impede a germinação ou a torna lenta e irregular mesmo quando as sementes se encontram em condições ambientais favoráveis, acarretando em uma emergência desuniforme que dificulta a produção de mudas (ALBUQUERQUE et al., 2007; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; OLIVEIRA et al., 2012).

Para a superação da dormência tegumentar de sementes existem na literatura diversas técnicas que estão sendo adotadas com eficácia, destacando-se a escarificação mecânica para sementes de *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke (DAPONT et al., 2014), escarificação química para sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. var. *leiostachya* Benth., *Cassia grandis* L.f. e *Samanea saman* (Jacq.) Merr. (LOPES et al., 1998), tratamento térmico para sementes de *Guazuma ulmifolia* Lam. (SOBRINHO et al., 2012), entre outras. A escarificação mecânica é uma técnica simples, eficaz e de baixo custo, assim como a imersão em água em diferentes temperaturas, com ou sem escarificação das sementes (BRASIL, 2009). A escarificação química com ácidos é considerada por muitos autores como um tratamento pré-germinativo eficiente, embora seja uma técnica que requer o máximo cuidado (CRUZ; CARVALHO; QUEIROZ, 2007; MARTINS et al., 2008; BRANCALION; MONDO; COELHO, 2011; ARAUJO NETO et al., 2012).

Em pesquisa realizada por Oliveira et al. (2012), a imersão das sementes de *Sapindus saponaria* em ácido sulfúrico (H_2SO_4) pelo maior período, dentre os avaliados (60 minutos), foi suficiente para superar a dormência e promover a emergência das plântulas, entretanto, não há informações quanto ao efeito de um maior tempo de imersão no referido ácido, sobre o uso do calor seco e úmido bem como da associação de diferentes métodos usualmente utilizados na superação de dormência tegumentar. Para várias espécies, a aplicação de um método de superação da dormência já é suficiente para favorecer a germinação, a exemplo da embebição para sementes de *Astrocaryum aculeatum* G.May. (NAZÁRIO; FERREIRA 2010). Em outros casos, a interação entre diferentes tratamentos pré-germinativos também se mostrou eficiente, como a escarificação mecânica seguida de embebição por 6 horas para sementes de *Albizia pedicellaris* (DC.) L.Rico (FREIRE; ATAÍDE; ROUWS, 2016).

Diante do exposto, o presente estudo teve por objetivo avaliar a eficiência de diferentes tratamentos na superação da dormência de sementes de *Sapindus saponaria*.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente protegido (temperatura média de 29 °C e umidade relativa do ar de 65%) do Laboratório de Análise de Sementes (LAS) do Departamento de Fitotecnia e

Ciências Ambientais do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB. Os frutos maduros de *Sapindus saponaria* foram colhidos de árvores matrizes localizadas no mesmo município, em março de 2014, levados para o LAS, onde foram abertos manualmente com o auxílio de uma tesoura comum. Posteriormente, as sementes foram lavadas em água corrente e imersas em uma solução de hipoclorito de sódio diluído em água destilada na concentração de 1% durante três minutos para a desinfestação e, em seguida, foram lavadas com água destilada e colocadas para secar à sombra por 24 horas.

O trabalho foi realizado seguindo um delineamento inteiramente casualizado com as sementes semeadas em bandejas de polietileno com dimensões de 47 x 33 x 7 cm (comprimento, largura e altura), sendo utilizadas 4 repetições de 25 sementes. Foram aplicados diferentes tratamentos pré-germinativos às sementes, a saber: testemunha - composta por sementes intactas (T_1); imersão em ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4 96% P.A) por 60, 70, 80 e 90 minutos sem embebição (T_2 , T_3 , T_4 e T_5); imersão em ácido sulfúrico concentrado por 60 minutos seguido de embebição em água destilada à temperatura ambiente por 12, 24 e 36 horas (T_6 , T_7 e T_8); imersão em ácido sulfúrico concentrado por 70 minutos seguida de embebição em água destilada à temperatura ambiente por 12, 24 e 36 horas (T_9 , T_{10} e T_{11}); imersão em ácido sulfúrico concentrado por 80 minutos seguida de embebição em água destilada à temperatura ambiente por 12, 24 e 36 horas (T_{12} , T_{13} e T_{14}); imersão em ácido sulfúrico concentrado por 90 minutos seguido de embebição em recipiente contendo água destilada à temperatura ambiente por 12, 24 e 36 horas (T_{15} , T_{16} e T_{17}); imersão em água a 70 °C por 10 e 15 minutos, seguida de exposição a 6 °C em geladeira por 30 minutos (T_{18} e T_{19}); imersão em água a 70 °C por 10 e 15 minutos, seguida de exposição a -18 °C em *freezer* por 30 minutos (T_{20} e T_{21}); choque térmico - exposição das sementes em estufa de circulação forçada de ar regulada a 70 °C por 5, 10 e 15 minutos, seguida de transferência para geladeira por 30 minutos (T_{22} , T_{23} e T_{24}); choque térmico - exposição das sementes em estufa de circulação forçada de ar regulada a 70 °C por 5, 10 e 15 minutos, seguida de transferência para *freezer* por 30 minutos (T_{25} , T_{26} e T_{27}). Após cada tratamento com ácido sulfúrico, as sementes foram lavadas em água corrente durante um minuto para remoção dos resíduos e, em seguida, foram distribuídas nos recipientes para o processo de embebição. Para a verificação do efeito dos tratamentos foram avaliadas as seguintes características:

Teste de emergência: foi realizado em bandejas contendo como substrato areia lavada e esterilizada, com regas diárias para manutenção da umidade do substrato. As contagens foram realizadas diariamente do 13° até o 21° dia após o início do teste, quando ocorreu a estabilização da emergência e desenvolvimento de plântulas normais com os resultados expressos em porcentagem; primeira contagem de emergência: após a instalação do teste de emergência, foi contabilizada a porcentagem acumulada de plântulas normais aos 13 dias após a semeadura; índice de velocidade de emergência (IVE): realizado juntamente com o teste de emergência, com contagens diárias, no mesmo horário, dos 13 aos 21 dias após a semeadura, sendo o índice calculado de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962); comprimento e massa seca de raiz e parte aérea: ao final do teste de emergência, todas as plântulas normais foram mensuradas com auxílio de uma régua com os resultados expressos em centímetros. Em seguida, as raízes e parte aérea das plântulas normais de cada repetição foram acondicionadas separadamente em sacos de papel do tipo *kraft*, identificados e levados à estufa de circulação forçada de ar, regulada a 65 °C por 48 horas; após esse período as mesmas foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,001g e os resultados expressos em gramas.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p \leq 0,05$) e as médias foram comparadas pelo teste de agrupamento de Scott-Knott a 5% de probabilidade utilizando o *software* SISVAR (FERREIRA, 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os tratamentos com sementes submetidas à imersão em ácido sulfúrico foram os que proporcionaram a mais rápida emergência (Tabela 1), destacando-se a imersão em ácido por 80 minutos mais embebição em água por 24 horas (T_{13}), com 95% de emergência. As menores porcentagens de emergência foram observadas nos tratamentos de imersão de sementes em água quente a 70 °C por 10 e 15 minutos com posterior resfriamento em *freezer* e geladeira (T_{18} , T_{19} , T_{20} e T_{21}) e choque térmico em estufa a 70 °C por 5,

10 e 15 minutos e, em seguida, colocadas no *freezer* e geladeira (T_{22} , T_{23} , T_{24} , T_{25} , T_{26} e T_{27}), os quais não diferiram estatisticamente da testemunha (T_1).

A eficiência da utilização do ácido sulfúrico na superação de dormência exógena se deve provavelmente à alta afinidade do mesmo com a água, visto que, quando os dois se misturam, ocorre uma reação produzindo calor e, portanto, acarretando a corrosão do tegumento escarificado. O êxito desse método de escarificação também foi constatada na emergência e formação de plântulas normais de *Parkia panurensis* Benth. ex H.C.Hopkins e *Parkia velutina* Benoist (MELO et al., 2011) e *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D.Penn. (REBOUÇAS et al., 2012), quando estas foram escarificadas com ácido por 30 minutos.

Os resultados de primeira contagem de emergência indicaram a ineficiência da escarificação térmica, tanto para os tratamentos envolvendo a imersão das sementes em água quente quanto resultantes da sua exposição à circulação forçada de ar em estufa (Tabela 1). Quando as sementes de *Sapindus saponaria* foram submetidas à escarificação com ácido sulfúrico nos maiores tempos de imersão, 80 minutos com embebição em água por 24 horas (T_{13}), 60 e 90 minutos com embebição por 36 horas (T_8 e T_{17}) apresentaram maior eficiência em relação aos demais tratamentos avaliados, proporcionando valores de 88, 84 e 87%, respectivamente. A importância da exposição de sementes de *Sapindus saponaria* ao ácido por um tempo maior foi reportada por Oliveira et al. (2012), os quais destacaram que as mesmas apresentam um tegumento formado por uma camada espessa e muito rígida dificultando a emergência de plântulas.

Diversos trabalhos na literatura evidenciam a superioridade do ácido na quebra de dormência de sementes de muitas espécies vegetais com tegumento impermeável. Neste sentido, Oliveira et al. (2012) constataram que a imersão de sementes de *Parkia gigantocarpa* Ducke em ácido sulfúrico (98%) por 30 e 40 minutos foi o método mais eficaz na superação de sua dormência, proporcionando maior germinação. Apesar do uso de ácidos ser eficiente para a superação da dormência de sementes de espécies vegetais, é importante compreender que esta é uma técnica que requer atenção, pois, quando mal executada, pode causar queimaduras externas por respingos e internas devido aos gases que são liberados quando em contato com a água.

A imersão de sementes de *Sapindus saponaria* em água a 70 °C por 10 e 15 minutos seguida de exposição em geladeira (6 °C) e em *freezer* (-18 °C) por 30 minutos (T_{18} , T_{19} , T_{20} , T_{21}), resultaram em baixos valores para a primeira contagem de emergência, os quais não diferiram da testemunha. Martins et al. (2012) estudando tratamentos para a superação de dormência de sementes de *Cassia ferruginea* (Schrad.) Schrad. ex DC. observaram que a imersão de sementes em água quente por 5 e 15 minutos também foi ineficiente para a primeira contagem, com resultados semelhantes à testemunha.

Em relação ao índice de velocidade de emergência (IVE) [Tabela 1], os maiores valores foram observados nos tratamentos de imersão de sementes em ácido sulfúrico por 90 minutos sem embebição em água (T_5), imersão em ácido por 60, 70 e 90 minutos seguido de embebição por 36, 12 e 24 horas (T_8 , T_9 e T_{16}), bem como através da imersão das sementes em ácido sulfúrico por 80 e 90 minutos mais embebição em água por 24 e 36 horas (T_{13} e T_{17}), os quais não diferiram estatisticamente entre si. Resultados semelhantes foram encontrados por Alves et al. (2006) em sementes de *Zizyphus joazeiro* Mart. submetidas à escarificação química durante 74 e 115 minutos; por Nascimento et al. (2009) em sementes de *Parkia platycephala* Benth. por 15, 30 e 45 min; por 60 min em sementes de *Senna alata* (L.) Roxb. (BRAGA et al., 2010) e em sementes de *Cassia fistula* L. por 20 min (GUEDES et al., 2013). Nesse sentido, a eficiência desses tratamentos em superar a dormência das sementes favoreceu a expressão do seu máximo potencial fisiológico.

Não houve diferença estatística entre a testemunha (T_1) e os tratamentos com choque térmico com água quente ou estufa a 70 °C seguido de acondicionamento em ambiente refrigerado (T_{18} , T_{19} , T_{20} , T_{21} , T_{22} , T_{23} , T_{24} , T_{25} , T_{26} e T_{27}), os quais resultaram nos menores valores de velocidade de emergência (IVE). Estes tratamentos não surtiram efeito na superação da dormência das sementes de *Sapindus saponaria*. Provavelmente, o tempo de exposição ou imersão não foi suficiente para causar fissuras no tegumento das sementes e, com isso, facilitar a entrada de água promovendo a germinação. Resultados diferentes foram relatados para sementes de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (ALVES et al., 2007) e *Lithraea molleoides* (Vell.) Engl. (PIVETA et al., 2014), pois, para estas espécies, o tratamento de imersão em água quente a 80 e 70 °C, respectivamente, foi capaz de acelerar o processo de germinação das sementes. Para sementes de *Cupania*

vernalis Cambess, Grinberg et al. (2012), também foi observado incremento da emergência quando estas foram submetidas à imersão em água quente (50 °C) por cinco minutos.

TABELA 1: Emergência (E), primeira contagem (PC) e índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de *Sapindus saponaria* oriundas de sementes submetidas a tratamentos de superação de dormência.

TABLE 1: Emergence (E), first counting (PC) and emergence speed index (IVE) of *Sapindus saponaria* seedlings from seeds submitted to treatments for overcoming of dormancy.

Tratamentos ¹	E (%)	PC (%)	IVE
T ₁	9c	2d	0,15d
T ₂	66b	24c	1,28c
T ₃	72b	22c	1,11c
T ₄	82a	43b	1,53b
T ₅	87a	57b	1,85a
T ₆	72b	58b	1,57b
T ₇	63b	53b	1,37c
T ₈	86a	84a	1,93a
T ₉	85a	80a	1,94a
T ₁₀	64b	53b	1,37c
T ₁₁	69b	57b	1,46b
T ₁₂	76b	65b	1,66b
T ₁₃	95a	88a	2,10a
T ₁₄	72b	53b	1,52b
T ₁₅	73b	61b	1,58b
T ₁₆	86a	75a	1,89a
T ₁₇	91a	87a	2,07a
T ₁₈	16c	2d	0,23d
T ₁₉	20c	7d	0,31d
T ₂₀	30c	1d	0,45d
T ₂₁	11c	0d	0,16d
T ₂₂	18c	5d	0,28d
T ₂₃	19c	4d	0,28d
T ₂₄	16c	1d	0,23d
T ₂₅	19c	2d	0,28d
T ₂₆	20c	6d	0,29d
T ₂₇	14c	3d	0,18d
CV (%)	16,20	25,50	21,23

As médias seguidas por uma mesma letra na coluna não diferem estatisticamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott. CV = Coeficiente de variação. 1: T₁ = Testemunha = composta por sementes intactas; T₂, T₃, T₄ e T₅ = Imersão em ácido sulfúrico concentrado (H₂SO₄ 96% P.A) por 60, 70, 80 e 90 minutos sem embebição, respectivamente; T₆, T₇ e T₈ = Imersão em ácido sulfúrico concentrado por 60 minutos seguido de embebição em água destilada à temperatura ambiente por 12, 24 e 36 horas,

respectivamente; T₉, T₁₀ e T₁₁ = Imersão em ácido sulfúrico concentrado por 70 minutos seguido de embebição em água destilada à temperatura ambiente por 12, 24 e 36 horas, respectivamente; T₁₂, T₁₃ e T₁₄ = Imersão em ácido sulfúrico concentrado por 80 minutos seguido de embebição em água destilada à temperatura ambiente por 12, 24 e 36 horas, respectivamente; T₁₅, T₁₆ e T₁₇ = Imersão em ácido sulfúrico concentrado por 90 minutos seguido de embebição em água destilada à temperatura ambiente por 12, 24 e 36 horas, respectivamente; T₁₈ e T₁₉ = Imersão em água a 70 °C por 10 e 15 minutos, seguida de transferência para 6 °C em geladeira por 30 minutos, respectivamente; T₂₀ e T₂₁ = Imersão em água a 70 °C por 10 e 15 minutos, seguida de exposição a -18 °C em *freezer* por 30 minutos, respectivamente; T₂₂, T₂₃ e T₂₄ = Choque térmico causado por exposição das sementes à circulação forçada de ar em estufa regulada a 70 °C por 5, 10 e 15 minutos, seguida de exposição em geladeira por 30 minutos, respectivamente; T₂₅, T₂₆ e T₂₇ = Choque térmico causado por exposição das sementes em estufa de circulação forçada de ar regulada a 70 °C por 5, 10 e 15 minutos, seguida de transferência para *freezer* por 30 minutos, respectivamente.

Os maiores valores de comprimento de raiz das plântulas de *Sapindus saponaria* (Tabela 2) foram obtidos quando se utilizou a escarificação química com ácido sulfúrico por 80 e 90 minutos mais embebição em água por 24 horas (T₁₃ e T₁₆), no entanto, os valores médios obtidos através desses tratamentos não diferiram estatisticamente dos resultantes da imersão em ácido por 60 minutos com embebição por 12 e 24 horas (T₆ e T₇) e 70 minutos mais embebição por 24 horas (T₁₀). A utilização da escarificação química com ácido sulfúrico (95%) também proporcionou os maiores valores para o comprimento de raiz de plântulas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong, entretanto, as sementes foram submetidas a 15 minutos de imersão sem posterior embebição em água (AQUINO et al., 2009).

Os tratamentos envolvendo a imersão em água quente a 70 °C seguido de exposição em geladeira e *freezer* (T₁₈, T₁₉, T₂₀ e T₂₁) e exposição em estufa com resfriamento em geladeira e *freezer* (T₂₂, T₂₃, T₂₄, T₂₅, T₂₆ e T₂₇) não proporcionaram bons resultados para o comprimento de raiz de plântulas de *Sapindus saponaria*, cujos valores não diferiram da testemunha (T1). Diferentemente desses resultados, Coelho et al. (2010) constataram que dentre os tratamentos aplicados à superação de dormência em sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul., a imersão em água a 100 °C por um minuto proporcionou o maior comprimento de raiz primária. Outras espécies florestais também toleram a escarificação térmica, proporcionando resultados de comprimento de raiz satisfatórios, como *Caesalpinia pyramidalis* (ALVES et al., 2007) e *Delonix regia* (Bojer ex Hook.) Raf. (LIMA et al., 2013) imersas em água aquecida a 80 °C por um e cinco minutos, respectivamente.

O comprimento de parte aérea foi eficiente na distinção do vigor das sementes de *Sapindus saponaria*, uma vez que se assemelhou aos dados de emergência. A utilização de ácido sulfúrico na superação de dormência tegumentar em *Sapindus saponaria* proporcionou os maiores valores para o comprimento de parte aérea (Tabela 2), os quais foram observados nos tratamentos de escarificação por 60 e 70 minutos no ácido seguido de embebição em água por 24 e 12 horas, respectivamente (T₈ e T₉) e de imersão no ácido por 80 e 90 minutos mais embebição em água por 24 e 36 horas, respectivamente (T₁₃, T₁₆ e T₁₇). Para os demais tratamentos não foram constatados resultados satisfatórios. Em trabalho realizado com sementes de *Sideroxylon obtusifolium*, Rebouças et al. (2012) também constataram que os maiores valores de comprimento médio de parte aérea ocorreram quando se utilizou a escarificação química com ácido sulfúrico por 10, 20 e 30 minutos, contudo, não houve associação do uso do ácido seguido da embebição das sementes em água. A imersão de sementes de *Sapindus saponaria* em água a 70 °C por 10 e 15 minutos, seguida de exposição em geladeira (6 °C) e em *freezer* (-18 °C) por 30 minutos (T₁₈, T₁₉, T₂₀ e T₂₁) proporcionou baixos valores para o comprimento da parte aérea. Esses resultados divergiram dos obtidos por Machado et al. (2013) ao avaliarem diferentes tratamentos na superação de dormência em sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth., os quais constataram que a imersão de sementes em água a 70, 80 ou 90 °C (as sementes ficaram imersas até que a água atingisse a temperatura ambiente) estavam entre os que resultaram plântulas com maiores comprimentos da parte aérea, no entanto, quando as sementes foram colocadas em água na temperatura de 100 °C ocorreu o menor valor para esta variável (0,75 cm).

TABELA 2: Comprimento e massa seca de raízes e parte aérea de plântulas de *Sapindus saponaria* oriundas de sementes submetidas a tratamentos de superação de dormência.TABLE 2: Length and dry matter of roots and shoot of *Sapindus saponaria* seedlings from seeds submitted to treatments for overcoming of dormancy.

Tratamentos ¹	Comprimento (cm)		Massa seca (g)	
	Raiz primária	Parte aérea	Raízes	Parte aérea
T ₁	0,54c	0,81c	0,03c	0,13d
T ₂	3,88b	6,38b	0,36b	1,08c
T ₃	4,78b	6,78b	0,35b	1,23c
T ₄	4,61b	7,62b	0,37b	1,48b
T ₅	3,85b	6,48b	0,52a	1,98a
T ₆	5,94a	7,41b	0,38b	1,72b
T ₇	5,41a	6,84b	0,33b	1,54b
T ₈	4,76b	9,07a	0,38b	2,02a
T ₉	4,37b	9,34a	0,35b	2,09a
T ₁₀	5,25a	7,13b	0,34b	1,49b
T ₁₁	4,42b	7,33b	0,31b	1,53b
T ₁₂	5,06b	7,76b	0,35b	1,79a
T ₁₃	6,13a	10,85a	0,45a	2,17a
T ₁₄	4,05b	7,26b	0,37b	1,37b
T ₁₅	4,15b	8,44b	0,28b	1,52b
T ₁₆	6,67a	10,02a	0,36b	2,10a
T ₁₇	4,58b	10,15a	0,49a	2,10a
T ₁₈	1,71c	2,75c	0,07c	0,33d
T ₁₉	0,75c	0,96c	0,06c	0,16d
T ₂₀	1,07c	1,60c	0,09c	0,55d
T ₂₁	1,05c	1,36c	0,04c	0,15d
T ₂₂	1,13c	1,38c	0,06c	0,25d
T ₂₃	1,13c	1,65c	0,05c	0,24d
T ₂₄	0,77c	1,08c	0,04c	0,16d
T ₂₅	1,17c	1,60c	0,07c	0,20d
T ₂₆	1,10c	1,54c	0,07c	0,23d
T ₂₇	0,97c	1,30c	0,04c	0,19d
CV (%)	24,49	18,05	24,62	18,15

As médias seguidas por uma mesma letra na coluna não diferem estatisticamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott. CV = Coeficiente de variação. 1: T₁ = Testemunha = composta por sementes intactas; T₂, T₃, T₄ e T₅ = Imersão em ácido sulfúrico concentrado (H₂SO₄ 96% P.A) por 60, 70, 80 e 90 minutos sem embebição, respectivamente; T₆, T₇ e T₈ = Imersão em ácido sulfúrico concentrado por 60 minutos seguido de embebição em água destilada à temperatura ambiente por 12, 24 e 36 horas, respectivamente; T₉, T₁₀ e T₁₁ = Imersão em ácido sulfúrico concentrado por 70 minutos seguido de embebição em água destilada à temperatura ambiente por 12, 24 e 36 horas, respectivamente; T₁₂, T₁₃ e T₁₄ = Imersão em ácido sulfúrico concentrado por 80 minutos seguido de embebição em água destilada à

temperatura ambiente por 12, 24 e 36 horas, respectivamente; T₁₅, T₁₆ e T₁₇ = Imersão em ácido sulfúrico concentrado por 90 minutos seguido de embebição em água destilada à temperatura ambiente por 12, 24 e 36 horas, respectivamente; T₁₈ e T₁₉ = Imersão em água a 70°C por 10 e 15 minutos, seguida de transferência para 6 °C em geladeira por 30 minutos, respectivamente; T₂₀ e T₂₁ = Imersão em água a 70 °C por 10 e 15 minutos, seguida de exposição a -18 °C em *freezer* por 30 minutos, respectivamente; T₂₂, T₂₃ e T₂₄ = Choque térmico causado por exposição das sementes à circulação forçada de ar em estufa regulada a 70 °C por 5, 10 e 15 minutos, seguida de exposição em geladeira por 30 minutos, respectivamente; T₂₅, T₂₆ e T₂₇ = Choque térmico causado por exposição das sementes em estufa de circulação forçada de ar regulada a 70 °C por 5, 10 e 15 minutos, seguida de transferência para *freezer* por 30 minutos, respectivamente.

Baseado nos dados da Tabela 2 verificou-se que os tratamentos de escarificação ácida por 90 minutos sem embebição em água (T₅), imersão em ácido por 80 minutos mais embebição em água por 24 horas (T₁₃) e imersão em ácido sulfúrico concentrado por 90 minutos seguido de embebição em água destilada à temperatura ambiente por 36 horas (T₁₇) proporcionaram os maiores acúmulos de massa seca de raízes, cujos valores corresponderam a 0,52, 0,45 e 0,49 g, respectivamente. Para *Parkia gigantocarpa*, as maiores massas secas de raízes primárias foram obtidas mediante a escarificação ácida das sementes por 30 e 40 minutos (OLIVEIRA et al., 2012). Os maiores conteúdos de massa seca de raiz bem como de parte aérea de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. foram registrados quando as sementes foram imersas em água quente e ácido sulfúrico (DUTRA et al., 2012).

Nos tratamentos em que se utilizou ácido sulfúrico foram observados os valores máximos de massa seca de parte aérea de plântulas de *Sapindus saponaria*, especialmente quando as sementes foram imersas em ácido por 80 minutos seguidos de embebição em água destilada durante 24 horas (T₁₃) com valor de 2,17 g, contudo, não diferiu estatisticamente dos tratamentos imersão em ácido por 90 min sem embebição em água destilada, imersão em ácido por 60 minutos seguida de embebição em água destilada à temperatura ambiente por 36 horas, imersão por 70 minutos seguida de embebição em água destilada à temperatura ambiente por 12 horas, imersão em ácido sulfúrico concentrado por 80 minutos seguido de embebição em água destilada à temperatura ambiente por 12 horas e imersão por 90 minutos seguida de embebição em água à temperatura ambiente por 24 e 36 horas (T₅, T₈, T₉, T₁₂, T₁₆ e T₁₇). Os tratamentos térmicos em água quente ou em estufa resultaram em baixos valores médios para a massa seca da parte aérea, os quais não diferiram da testemunha.

De maneira semelhante aos bons resultados obtidos para a massa seca da parte aérea a partir da imersão das sementes em ácido sulfúrico por diferentes períodos seguido ou não de imersão em água destilada, Avelino et al. (2012) também constataram que a escarificação com ácido sulfúrico com posterior embebição em água por 24 horas foi um dos métodos eficazes na quebra de dormência tegumentar em sementes de *Caesalpinia ferrea*, proporcionando o maior valor médio para a referida variável (5,77 g). Os tratamentos envolvendo a imersão em água quente seguida de exposição em geladeira ou *freezer* (T₁₈, T₁₉, T₂₀ e T₂₁), resultaram em plântulas de *Sapindus saponaria* com baixos valores de comprimento da parte aérea, os quais não diferiram da testemunha. Santos et al. (2013) ao avaliarem diferentes métodos para superar a dormência em sementes de *Erythrina velutina* Willd. armazenadas em diferentes condições e períodos, também observaram que a imersão das mesmas em água quente a 80 °C por 5 minutos e 100 °C por 2 minutos sem posterior exposição das sementes à geladeira ou *freezer*, resultaram nos menores valores para a massa seca da parte aérea, os quais não diferiram da testemunha.

CONCLUSÃO

A imersão das sementes em ácido sulfúrico por 80 minutos seguida de embebição em água por 24 horas (T₁₃) é eficiente para superar a dormência, acelerar e promover a emergência e o crescimento de plântulas de *Sapindus saponaria*.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA) da Universidade Federal da Paraíba – *Campus* II e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de Doutorado concedida à primeira autora.

REFERÊNCIAS

- ALBIERO, A. L. M.; BACCHI, E. M.; MOURÃO, K. S. M. Caracterização anatômica das folhas, frutos e sementes de *Sapindus saponaria* L. (Sapindaceae). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 2, p. 549-560, 2001.
- ALBUQUERQUE, K. S. et al. Métodos para a superação da dormência em sementes de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* Kunth.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, n. 6, v. 31, p. 1716-1721, 2007.
- ALVES, E. U. et al. Ácido sulfúrico na superação da dormência de unidades de dispersão de juazeiro (*Zizyphus joazeiro* Mart.). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 187-195, 2006.
- ALVES, E. U. et al. Superação da dormência em sementes de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 405-415, 2007.
- AQUINO, A. F. M. A. G. et al. Superação de dormência em sementes de orelha de negro (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 4, n. 1, p. 69-75, 2009.
- ARAÚJO NETO, A. C. et al. Ácido sulfúrico na superação da dormência de sementes de *Adenanthera pavonina* L. **Scientia Plena**, Sergipe, v. 8, n. 4, p. 1-5, 2012.
- AVELINO, J. I. et al. Métodos de quebra de dormência em sementes de jucá (*Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. var. *ferrea*). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 7, n. 1, p. 102-106, 2012.
- BRAGA, L. F. et al. Escarificação ácida, temperatura e luz no processo germinativo de sementes de *Senna alata* (L.) Roxb. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 12, n. 1, p. 1-7, 2010.
- BRANCALION, P. H. S.; MONDO, V. H. V.; COELHO, A. D. L. Escarificação química para a superação da dormência de sementes de saguaraji-vermelho (*Colubrina glandulosa* Perk. – Rhamnaceae). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 1, p. 119-124, 2011.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA; ACS, 2009. 395 p.
- CARRIL, E. P. U.; GARCÍA, A. A. Metabolismo secundário de plantas. **Reduca (Biologia). Serie Fisiologia Vegetal**, Madrid, v. 2, n. 3, p. 119-145, 2009.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590 p.
- COELHO, M. F. B. et al. Superação da dormência tegumentar em sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 5, n. 1, p. 74-79, 2010.
- CRUZ, E. D.; CARVALHO, J. E. U.; QUEIROZ, R. J. B. Scarification with sulfuric acid *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke seeds – Fabaceae. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 64, n. 3, p. 308-313, 2007.
- DAPONT, E. C. et al. Métodos para acelerar e uniformizar a emergência de plântulas de *Schizolobium amazonicum*. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n. 3, p. 598-605, 2014.
- DUTRA, T. R. et al. Emergência e crescimento inicial da canafistula em diferentes substratos e métodos de superação de dormência. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 2, p. 65-71, 2012.
- FERREIRA, D. F. **Sisvar 5.0: sistema de análises estatísticas**. Lavras: UFLA, 2007.
- FREIRE, J. M.; ATAÍDE, D. H. S.; ROUWS, J. R. C. Superação de dormência de sementes de *Albizia pedicellaris* (DC.) L.Rico. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 2, p. 251-257, 2016.
- GOEL, G.; MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K. Changes in microbial community structure, methanogenesis and rumen fermentation in response to saponin-rich fractions from different plant materials. **Journal of Applied Microbiology**, Aberdeen, v. 105, n. 3, p. 770-777, 2008.
- GRINBERG, P. S. et al. Avaliação da superação de dormência de sementes de *Cupania vernalis* Cambes. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO E PESQUISA EM ECOLOGIA, 3., 2012, Pelotas.

- Anais... Pelotas: UCP; CCVS, 2012. p. 1-4.
- GUEDES, R. S. et al. Tratamentos para superar dormência de sementes de *Cassia fistula* L. **Revista Biotemas**, Florianópolis, v. 26, n. 4, p. 11-22, 2013.
- LIMA, J. S. et al. Métodos de superação de dormência em sementes de flamboyant (*Delonix regia*). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 8, n. 1, p. 104-109, 2013.
- LOPES, J. C. et al. Germinação de sementes de espécies florestais de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. var. *leiostachya* Benth., *Cassia grandis* L. e *Samanea saman* Merrill, após tratamentos para superar a dormência. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 80-86, 1998.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 4. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. v. 1. 368 p.
- MACHADO, J. S. et al. Tratamentos pré-germinativos para superação de dormência em sementes de angico. **Cerrado Agrociências**, Patos de Minas, n. 4, p. 27-34, 2013.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.
- MARTINS, C. C. et al. Método de colheita e superação de dormência na qualidade fisiológica de sementes de *Cassia ferruginea*. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 2, p. 491-498, 2012.
- MARTINS, C. C. et al. Métodos de superação de dormência de sementes de barbatimão. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 3, p. 381-385, 2008.
- MELO, M. G. G. et al. Superação de dormência em sementes de três espécies de *Parkia* spp. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n. 3, p. 533-542, 2011.
- MARGU, M. **Saponinas e glicosídeos de Sapindus saponaria**: metodologias de análise por espectrometria de massas e relação com fungos endofíticos. 133 f. Tese (Doutorado em Química Orgânica) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2002.
- NASCIMENTO, I. L. et al. Superação da dormência em sementes de faveira (*Parkia platycephala* Benth.). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 35-45, 2009.
- NAZÁRIO P.; FERREIRA, S. A. N. Emergência de plântulas de *Astrocaryum aculeatum* G. May. em função da temperatura e do período de embebição das sementes. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 40, n. 1, p. 165-170, 2010.
- OLIVEIRA, A. K. M. et al. Superação de dormência em sementes de *Parkia gigantocarpa* (Fabaceae – Mimosidae). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 3, p. 533-540, 2012.
- PIVETA, G. et al. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de aroeira-preta (*Lithraea molleoides*) submetidas a métodos de superação de dormência. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 2, p. 289-297, 2014.
- REBOUÇAS, A. C. M. N. et al. Métodos para superação da dormência de sementes de quixabeira (*Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D.Penn.). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 1, p. 183-192, 2012.
- SANTOS, L. W. et al. Armazenamento e métodos para a superação da dormência de sementes de mulungu. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 1, p. 171-178, 2013.
- SOBRINHO, S. P. et al. Superação da dormência em sementes de mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam. – Sterculiaceae). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, n. 5, p. 797-802, 2012.