



Envelhecimento acelerado de sementes e qualidade de plântulas de *Bauhinia forficata* Link em diferentes substratos e tamanhos de tubetes

Accelerate aging and seedling quality of Bauhinia forficata Link on different substrates and containers size

Daiane Gisele Guareschi¹, Ana Carla Lanzarini², Marília Lazarotto^{3*}, Caciara Gonzatto Maciel⁴, Graciele Barbieri⁵

Resumo: A espécie *Bauhinia forficata* pertence à família Fabaceae e é conhecida por seu uso medicinal e na arborização urbana. Objetivou-se com este trabalho verificar a qualidade de lotes de sementes de *B. forficata* por meio do envelhecimento acelerado e avaliar o desempenho de plântulas desenvolvidas em diferentes dimensões de tubetes e substratos. Para o teste de envelhecimento, as sementes de 3 lotes foram submetidas a condições de estresse a 41 °C e, aproximadamente, 100% de umidade relativa do ar. Os tratamentos foram compostos por diferentes tempos de exposição: 0 (T0), 24 (T1), 48 (T2), 72 (T3) e 96 h (T4) em delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 3x5 (lotes x períodos). Em seguida, avaliou-se a germinação, sementes duras e sementes mortas. As sementes do lote com maior qualidade fisiológica foram utilizadas para produção de mudas em tubetes de 2 dimensões (50 e 110 cm³) e 3 substratos [S1 = turfa fértil 100%, S2 = Tecnomax 100% e S3 = turfa fértil:vermiculita (1:1)] em delineamento em blocos ao acaso em arranjo fatorial 2x3 (tubetes x substratos). As variáveis analisadas foram: emergência aos 21, 28 e 35 dias, fitomassa verde e seca, diâmetro do colo e comprimento de plântula. Foi determinado o período de exposição de 72 h para estratificação dos lotes de sementes de *B. forficata* em níveis de vigor. Recomenda-se o uso de substrato comercial sem a adição de vermiculita, independentemente do tamanho do tubete, para produção de mudas da espécie.

Palavras-chave: Períodos de estresse. Produção de mudas. Vigor.

Abstract: *Bauhinia forficata* belongs to Fabaceae botanic family and is known because of its medicinal use and urban forestry. The objective of this research was to verify the samples quality of *Bauhinia forficata* seeds through accelerated aging test and evaluate the performance of seedlings grown in different containers size and on different substrates. For the accelerated aging test, seeds from 3 samples were submitted to stress conditions at 41 °C and, approximately, 100% relative humidity. The treatments consisted of different exposure times to stress conditions: 0 (T0), 24 (T1), 48 (T2), 72 (T3) and 96 h (T4) through completely randomized design in a factorial arrangement 3x5 (samples x periods). After that, germination, hard seeds and dead seeds were evaluated. The seeds of the sample which have higher vigor, determined by accelerated aging test, were used to produce seedlings in two containers size (50 and 110 cm³) and 3 substrates [S1 = fertile turf 100%, S2 = Tecnomax 100 and S3 = % fertile turf: vermiculite (1:1)] with randomized complete blocks in a factorial arrangement 2x3 (containers x substrates). The variables analyzed were: emergency at 21, 28 and 35 days, fresh and dry weight, stem diameter and seedling length. It was determined the exposure period of 72 h for stratification of seeds samples of *B. forficata* on vigor levels. The use of commercial substrate without the addition of vermiculite to produce seedlings of the species is recommended, regardless of the containers size.

Key words: Seedling production. Stress periods. Vigor.

*Autor para correspondência

Enviado para publicação em 12/06/2014 e aprovado em 02/01/2015.

¹Acadêmica do curso de Engenharia Florestal, Universidade do Oeste de Santa Catarina, Xanxerê, SC, Brasil, daianeguareschi@yahoo.com.br

²Acadêmica do curso de Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC, Brasil, anacarlalanzarini@gmail.com

³Doutora em Engenharia Florestal, Professor Adjunto do Departamento de Horticultura e Silvicultura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil, marilia.lazarotto@ufrgs.br

⁴MSc. em Engenharia Florestal, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil, caciaraconzatto@gmail.com

⁵MSc. em Engenharia Florestal, Professora Titular do curso de Engenharia Florestal da Universidade do Oeste de Santa Catarina, Xanxerê, SC, Brasil, graciele.barbieri@unoesc.edu.br

INTRODUÇÃO

Segundo Lorenzi (2002), a espécie *Bauhinia forficata* Link, conhecida popularmente como pata-de-vaca, é uma planta da família Fabaceae que atinge até 9 m de altura e diâmetro entre 30 e 40 cm, e ocorre desde o Rio de Janeiro e Minas gerais até o Rio Grande do Sul, especialmente na floresta pluvial Atlântica. De acordo com Costa *et al.* (2013), a espécie é considerada medicinal pela ação diurética, antidiabética, tônica renal, depurativa e hipoglicemiante (VIANA *et al.*, 2008), sendo também utilizada na arborização urbana.

As espécies florestais nativas, embora não sejam devidamente manejadas para fins de exploração comercial, são bastante demandadas para projetos de reflorestamento ambiental e recuperação de áreas degradadas ou paisagismo, por isso é importante que se tenha conhecimento e controle de qualidade de sementes e mudas dessas espécies. No entanto, ainda existe uma lacuna para se formalizar as atividades de comercialização e controle de qualidade das sementes oriundas dessas espécies, especialmente por falta de conhecimento do comportamento biológico de muitas delas (WIELEWICK *et al.*, 2006).

Para avaliação da qualidade fisiológica de sementes florestais, alguns testes são comumente utilizados com a finalidade de estratificação de lotes, entre eles o teste de envelhecimento acelerado. A eficiência desse teste é avaliada pela diferença de sensibilidade apresentada pelas sementes ao envelhecimento (MENEZES *et al.*, 2008). Para *B. forficata*, esse teste ainda não foi padronizado, sendo necessário o estabelecimento das condições de temperatura e tempo de exposição para sua realização.

A qualidade das mudas é fundamental para o sucesso de povoamentos florestais, motivo pelo qual se busca produzir mudas em grande quantidade e com qualidade (VIANA *et al.*, 2008). Vários fatores afetam o desenvolvimento das mudas no viveiro, como o tamanho dos recipientes utilizados, que têm influência direta no custo final da muda, na quantidade de substrato a ser utilizado, no espaço que ocupará no viveiro, na mão de obra, no transporte, na retirada para a entrega ao produtor, além da influência na quantidade de insumos utilizados (GONZALES *et al.*, 1988). Para o gênero *Eucalyptus*, foram testados modelos de tubetes, sendo indicado o de seção circular com 50 cm³ (ZANI FILHO *et al.*, 1989), e ainda Cunha *et al.* (2005) observaram que recipientes de maiores volumes oferecem melhores condições para o desenvolvimento das mudas, mas somente devem ser utilizados para espécies que apresentam desenvolvimento lento, necessitando permanecer no viveiro por um longo tempo, ou quando se desejam mudas bem desenvolvidas para plantio em vias públicas.

Outro fator a ser considerado é a composição do substrato utilizado na produção de mudas florestais. Este deve ser uniforme em sua composição, ter baixa densidade,

ser poroso, apresentar adequada capacidade de retenção de água e capacidade de troca catiônica (CTC), e ser isento de pragas, organismos patogênicos e sementes de plantas daninhas (CUNHA *et al.*, 2005). De acordo com Gonçalves e Poggiani (1996), a boa formação de mudas destinadas à implantação de povoamentos florestais para a produção de madeira e de povoamentos mistos para fins de preservação ambiental e/ou recuperação de áreas degradadas está relacionada com o nível de eficiência dos substratos. O tipo e o tamanho de recipiente também têm influência na escolha da composição do substrato, pois recipientes menores, por exemplo, tendem a sofrer maior lixiviação de nutrientes pela maior frequência de irrigação, fatores que poderiam ser minimizados com substratos de composição mais argilosa ou com elementos que mantenham a umidade, como a vermiculita.

Diante do exposto, objetivou-se com este estudo: avaliar o vigor de lotes de sementes de *Bauhinia forficata* por meio do envelhecimento acelerado e o efeito de dimensões de tubetes e de diferentes substratos no desempenho de plântulas da espécie.

MATERIAL E MÉTODOS

Origem das sementes e local dos experimentos

As sementes de pata-de-vaca foram obtidas por meio da Bolsa de Sementes do Viveiro Florestal da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), vinculado ao Programa Verde é Vida, uma parceria entre o Departamento de Ciências Florestais da UFSM e a Associação de Fumicultores do Brasil – AFUBRA, totalizando três lotes de diferentes procedências: Lote 1 – Sobradinho – RS, coletadas em junho de 2012; Lote 2 – Sobradinho – RS, coletadas em agosto de 2012 e; Lote 3 – Santa Cruz do Sul – RS, coletadas em agosto de 2012.

As sementes foram coletadas e beneficiadas pelo banco de sementes de onde foram adquiridas, e armazenadas em câmara fria (temperaturas entre 5 e 10°C e umidade relativa em torno de 80%), até que fossem enviadas para a realização deste estudo. Na aquisição das sementes, estas estavam acondicionadas em embalagens de papel e identificadas com o nome da espécie, local e data de coleta, e foram mantidas em refrigerador a 10°C até a realização dos testes.

Os testes descritos a seguir foram realizados nos Laboratórios de Biotecnologia e Viveiro Florestal da Universidade do Oeste de Santa Catarina – campus de Xanxerê no período de março a abril de 2013

Determinação do grau de umidade

Para determinação do grau de umidade das sementes de pata-de-vaca, foram utilizadas 100 sementes, divididas em

quatro repetições de 25. Estas foram colocadas em estufa sob temperatura de 105 ± 3 °C durante 24 horas. Os resultados foram expressos em percentagem com base no peso úmido das sementes, conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). O grau de umidade foi determinado para cada um dos três lotes utilizados, separadamente.

Teste de envelhecimento acelerado

O teste de envelhecimento foi selecionado a fim de estratificar os lotes em níveis de vigor para utilização futura na produção de mudas da espécie. As sementes de pata-de-vaca foram submetidas ao envelhecimento acelerado da seguinte forma: foram utilizadas caixas plásticas (Gerbox®), que funcionaram como minicâmaras (compartimento individual). Para cada tratamento foram utilizadas 200 sementes, as quais foram distribuídas uniformemente, a fim de formar uma camada simples sobre a superfície de tela metálica suspensa no interior da caixa plástica (compartimento interno), contendo 40 mL de água destilada e obtendo-se, aproximadamente, 100% de umidade relativa do ar, à temperatura de 41 °C, segundo método Gerbox (TILMANN; MELLO, 2006). Os tratamentos foram compostos por diferentes tempos de exposição às condições de estresse: 0 (T_0), 24 (T_1), 48 (T_2), 72 (T_3) e 96 horas (T_4), a fim de estabelecer o período necessário para a separação dos lotes com diferentes níveis de vigor. O delineamento experimental utilizado foi completamente casualizado em arranjo fatorial 3x5 (lotes x períodos de envelhecimento).

Após esses períodos, as sementes submetidas às condições descritas anteriormente foram colocadas para germinar, divididas em 4 repetições de 50, em caixas plásticas (Gerbox®), previamente desinfestadas com hipoclorito de sódio a 1% e forradas com duas folhas de papel-filtro umedecidas com água destilada esterilizada (na proporção de 2,5 vezes o peso do papel). Foi realizada a desinfestação das sementes com álcool 70% (30 segundos) e hipoclorito de sódio 0,5% (1 minuto), sendo lavadas em água destilada esterilizada em seguida. A incubação se deu em câmara com temperatura controlada de 25 °C, considerando a faixa ótima entre 24,3 e 26,7 °C para a espécie (COSTA *et al.*, 2013) e fotoperíodo de 12 horas. A primeira contagem de germinação ocorreu aos 14 dias da instalação do teste e a germinação final, aos 26 dias, conforme recomendado por Pereira (1992) para a espécie.

Testes em viveiro: substrato x tubetes

Anteriormente à montagem deste teste, as sementes passaram por escarificação com lixa no lado oposto do embrião para superação de dormência. Nesse experimento, foram utilizadas somente sementes do Lote 1 (germinação

máxima de 68%), avaliado como o de maior vigor no teste de envelhecimento acelerado.

Para cada tratamento, foram utilizadas 100 sementes, divididas em 4 repetições de 25 sementes. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso em esquema fatorial 2x3, constituídos por duas dimensões de tubetes (50 e 110 cm³) e três substratos [S1 = turfa fértil 100%, S2 = Tecnomax® 100% e S3 = turfa fértil: vermiculita (1:1)], totalizando seis tratamentos. As variáveis analisadas foram: (a) emergência: aos 21, 28 e 35 dias, computando-se o número de plantas emergidas, sendo os resultados expressos em percentagem. Na última contagem de emergência (35 dias), realizaram-se as seguintes avaliações: (i) comprimento de plântula – mediu-se 10 plântulas por repetição, com auxílio de régua graduada, estabelecendo-se a média, e os resultados foram expressos em cm/planta; (ii) fitomassa verde – todas as plântulas de cada repetição foram pesadas em balança analítica de precisão 0,001 g, obtendo-se a média por repetição, e os resultados foram expressos em mg/planta; (iii) fitomassa seca – as plântulas utilizadas na determinação da fitomassa verde foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas em estufa a 80 ± 3 °C, por 24 horas, para posterior pesagem (NAKAGAWA, 1999). Os resultados foram expressos em mg/planta; (iv) diâmetro do colo – mediu-se 10 plântulas por repetição com auxílio de paquímetro digital; depois, fez-se a média, e os resultados foram expressos em mm por planta.

Procedimento estatístico

Para a análise de variância, os dados obtidos foram testados quanto à normalidade pelo teste de Lilliefors com a utilização do programa GENES (versão 2009.7.0). Os dados não normais (percentagem) foram transformados segundo $\arcsin \sqrt{x/100}$. Para o teste de envelhecimento acelerado, os dados foram submetidos à regressão polinomial em função dos tempos de envelhecimento, com testes dos modelos linear e quadrático, selecionando-se o modelo significativo de maior coeficiente de determinação (R^2). Para os testes de emergência e avaliação de plântulas realizados em viveiro, fez-se a análise de variância e comparação das médias por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade mediante o Pacote estatístico Sisvar versão 5.3 (FERREIRA, 2011).

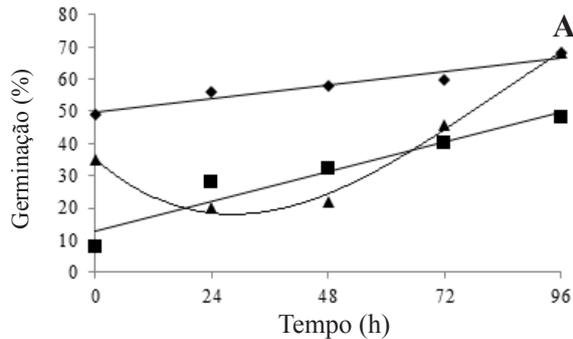
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando o grau de umidade das sementes, o Lote 3 apresentou maior teor com 18,97%, seguido do Lote 1 com 15,21% e Lote 2 com 14,81%. Conforme Medeiros (2001), teores de água abaixo de 13% não comprometem a qualidade das sementes, permitindo seu armazenamento por maiores períodos. Entretanto, todos os lotes apresentaram valores superiores a 13%, o que indica que as sementes poderiam

sofrer com deterioração no caso de armazenamento por períodos prolongados, afetando, conseqüentemente, a germinação e o vigor de plântulas.

Para a germinação, foram verificados efeitos significativos de ordem linear para o Lote 1 e Lote 2 e cúbica para o Lote 3 (Figura 1 – A). A germinação das sementes, antes da submissão ao envelhecimento acelerado (tempo de exposição 0 h), foi superior nos Lotes 1 (49%) e Lote 3 (35%), sendo a germinação do Lote 2 muito baixa (8%). A baixa germinação da espécie provavelmente deve-se ao mecanismo de

dormência de sementes da espécie (COSTA *et al.*, 2013) que retarda a germinação das sementes, diminui a percentagem e aumenta o tempo de produção de mudas em viveiros florestais (BRANCALION *et al.*, 2011). Com a exposição das sementes à umidade e temperatura elevadas por 24 h, houve acréscimo na germinação dos Lotes 1 e 2, mantendo-se após 48 h. Com 72 h de exposição, houve aumento da germinação dos Lotes 2 e 3, e, após 96 h, a germinação foi potencializada para os três lotes, sendo os Lotes 1 e 3 os de germinação superior (68%). Com essas informações, foi possível verificar que a exposição das sementes de *Bauhinia*



$$\text{Lote 1: } \hat{y} = 49,8 + 0,175x$$

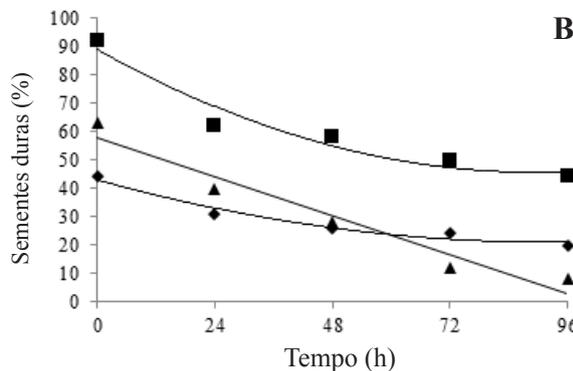
$$(R^2 = 0,93)$$

$$\text{Lote 2: } \hat{y} = 12,8 + 0,383x$$

$$(R^2 = 0,93)$$

$$\text{Lote 3: } \hat{y} = 35,414 - 1,3269x + 0,0284x^2$$

$$-0,0001x^3 (R^2 = 0,99)$$



$$\text{Lote 1: } \hat{y} = 43 - 0,4792x + 0,0026x^2$$

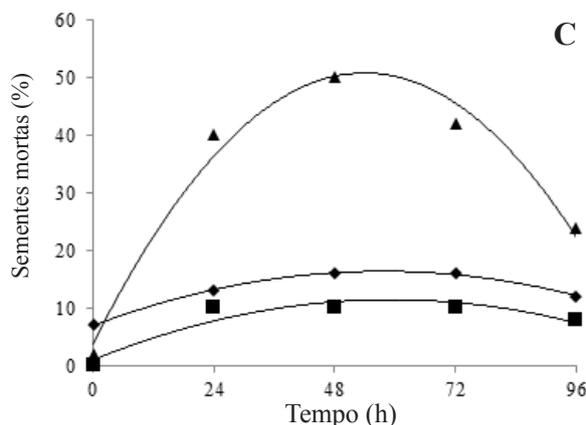
$$(R^2 = 0,97)$$

$$\text{Lote 2: } \hat{y} = 89,08 - 0,9738x + 0,0055x^2$$

$$(R^2 = 0,95)$$

$$\text{Lote 3: } \hat{y} = 57,8 - 0,575x$$

$$(R^2 = 0,95)$$



$$\text{Lote 1: } \hat{y} = 6,9143 + 0,3280x - 0,0029x^2$$

$$(R^2 = 0,99)$$

$$\text{Lote 2: } \hat{y} = 0,9714 - 0,3524x - 0,003x^2$$

$$(R^2 = 0,89)$$

$$\text{Lote 3: } \hat{y} = 3,8286 + 1,7393x - 0,0161x^2$$

$$(R^2 = 0,98)$$

◆Lote 1 ■ Lote 2 ▲Lote 3

Figura 1 – Efeito do tempo na percentagem de germinação (A), de sementes duras (B) e de sementes mortas (C) de *Bauhinia forficata* após a submissão ao teste de envelhecimento acelerado. Xanxerê, SC, 2013.

Figure 1 – Effect of time for germination (A), hard seeds (B) and dead seeds (C) of *Bauhinia forficata* after accelerated aging test submission. Xanxerê, SC, 2013.

forficata à alta temperatura e umidade, de certa forma, superou a dormência imposta pelo tegumento, permitindo que as sementes absorvessem água e iniciassem seu processo germinativo.

Entre os métodos de superação de dormência tegumentar, diversos vêm sendo estudados, como escarificação ácida, mecânica, choque térmico, entre outros (SILVA *et al.*, 2012). Esses métodos proporcionam a ruptura ou o enfraquecimento do tegumento, condição que permite a entrada de água e oxigênio, desencadeando o início do processo germinativo (MARCOS FILHO, 2005).

O modelo quadrático foi o que melhor representou as modificações ocorridas na porcentagem das sementes duras para os Lotes 1 e 2 e linear para o Lote 3, e o modelo quadrático representou os três lotes para sementes duras (Figura 1 – B e Figura 1 – C, respectivamente). Observando-se a alta porcentagem de sementes duras (acima de 40%) dos três lotes antes da exposição das sementes ao envelhecimento (0 h) e sua posterior redução a partir de 24 h de exposição à alta temperatura e umidade, confirma-se a hipótese de que as sementes tenham sua germinação impedida pela impermeabilidade do tegumento. A partir de 72 h de envelhecimento, houve redução da porcentagem de sementes duras para os três lotes, sendo cada lote estabilizado o número de sementes duras após 88 h. Finalmente, a porcentagem de sementes mortas foi alta apenas para o Lote 3 com a exposição entre 24 e 72 h, entretanto, mesmo com 96 h de exposição, esse lote apresentou maior porcentagem de sementes mortas em relação ao tempo de 0 h.

Para a germinação e as demais variáveis observadas após o envelhecimento acelerado, verificou-se que, a partir de 72 h de

exposição, foi possível estratificar os lotes em níveis de vigor, sendo que os Lotes 1 e 3 foram superiores em germinação, porém o Lote 3 apresentou maior porcentagem de sementes mortas (72 e 96 h), sugerindo vigor inferior quando comparado ao Lote 1.

Outros autores testaram diferentes períodos e temperaturas de envelhecimento acelerado para outras espécies florestais: Guedes *et al.* (2013) constataram que o envelhecimento acelerado por 48 h a 41 °C é eficiente na separação dos lotes de sementes de *Chorisia glaziovii* em níveis de vigor; Guedes *et al.* (2009) determinaram as combinações de temperatura de 41 °C por 72 h e 45 °C por 24 h para avaliação do vigor de sementes de *Erythrina velutina*; Fanti e Perez (2005) definiram o período de 72 horas sob envelhecimento acelerado à 45 °C para diferenciar lotes de maior e menor vigor de sementes de *Chorisia speciosa* (*Ceiba speciosa*); Santos e Cesar de Paula (2007) recomendaram o período de envelhecimento de 96 h a 45 °C para avaliação do vigor de sementes de *Sebastiania commersoniana*.

Para as variáveis avaliadas no viveiro, observou-se que a interação entre substrato e tamanho de recipiente não foi significativa para nenhuma das variáveis. Para as variáveis de emergência, somente o efeito de substratos foi significativo, assim como para as variáveis fitomassa verde e seca ($p \leq 0,05$). Para a variável comprimento de plântulas, apenas o tamanho de recipiente foi significativo. A variável diâmetro de colo não apresentou diferenças significativas em nenhum dos fatores testados.

Observou-se que não houve diferença significativa na emergência nos dois tamanhos de tubetes para nenhum dos substratos testados (Tabela 1). Entretanto, para o tubete de 50

Tabela 1 - Emergência aos 21, 28 e 35 dias, fitomassa verde, fitomassa seca, diâmetro do colo e comprimento de plântula de *Bauhinia forficata* em dois tamanhos de tubetes e três diferentes substratos. Xanxerê, SC, 2013.
Table 1 - Emergency at 21 (E21) 28 (E28) and 35 days (E35), green biomass (FVERDE), dry weight (FSECA), stem diameter (DC) and seedling length (CP) of *Bauhinia forficata* in two containers sizes and three different substrates. Xanxerê, SC, 2013.

Variável	Tipos de substrato		
	S ₁	S ₂	S ₃
E21 (%) - CV: 7,7%	85 a	83 a	70 b
E28 (%) - CV: 5,3%	89 a	87 a	75 b
E35 (%) - CV: 5,2%	88 a	88 a	76 b
FVERDE (mg por plântula) - CV: 13,8%	19,4 a	20,2 a	16,6b
FSECA (mg por plântula) - CV: 16,3%	8,3 a	8,2 a	6,7 b
DC (mm por plântula) - CV: 9,2%	Tubete 50 cm ³	1,836	1,993
	Tubete 110 cm ³	2,048	1,913
CP (cm por plântula) - CV: 5,8%	Tubete 50 cm ³		18,2 B
	Tubete 110 cm ³		20,7 A

*Médias seguidas por mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. S₁: Turfa fértil 100%; S₂: Tecnomax® 100%; S₃: turfa fértil: vermiculita (1:1); CV: Coeficiente de Variação; E21: emergência aos 21 dias; E28: emergências aos 28 dias; E35: emergência aos 35 dias; FVERDE: fitomassa verde; FSECA: fitomassa seca; DC: diâmetro do colo; CP: comprimento da plântula.

*Means followed by the same capital letter in the column and tiny on the line do not differ by Tukey test at 5% significance level. S₁: fertile turf 100%, S₂: Tecnomax® 100%; S₃: fertile turf: vermiculite (1:1); CV: Coefficient of Variation; E21: emergency at 21 days; E28: emergency at 28 days; E35: emergency at 35 days; FVERDE: green biomass; FSECA: dry weight; DC: stem diameter; CP: seedling length.

cm³, o substrato S₃ - turfa fértil: vermiculita (1:1) apresentou os menores valores de emergência nos três períodos de avaliação (21, 28 e 35 dias). O mesmo comportamento foi observado para a fitomassa verde e a fitomassa seca.

Para diâmetro de colo, todas as médias foram estatisticamente iguais, tanto comparando diferentes tamanhos de tubetes quanto diferentes combinações de substrato. Já para comprimento de plântula, as diferenças significativas ocorreram entre os dois tamanhos de tubete; assim, para os substratos S₁ (Turfa fértil 100%) e S₂ (Tecnomax® 100%), o tubete de 110 cm³ favoreceu o crescimento das plântulas, e para o substrato S₃ = turfa fértil: vermiculita (1:1), não houve diferença significativa entre os tamanhos de tubete.

O maior crescimento das mudas em termos de comprimento de plântulas no tubete de maior dimensão é totalmente compreensível, pois a maior quantidade de substrato em um tubete de maior dimensão fornece mais nutrientes por um período mais prolongado, já que a irrigação frequente em casa-de-vegetação favorece a lixiviação rápida dos nutrientes. Estudos testando tamanhos e tipos de recipientes para produção de mudas florestais por meio de reprodução sexuada são crescentes. Viana *et al.* (2008) testaram diferentes tamanhos de sacolas de polietileno na produção de mudas de *Bauhinia forficata* e constataram que os recipientes de maior dimensão (30x25 cm) favoreceram o desenvolvimento vegetativo das mudas, e os de menor dimensão (15x9 cm) reduziram a taxa de crescimento, implicando aumento do ciclo de produção. No caso do estudo dos autores citados anteriormente, as variáveis observadas responderam positivamente com o aumento das dimensões dos tubetes.

Entretanto, no presente estudo, apenas para a variável comprimento das plântulas fica evidente o efeito positivo do aumento do tamanho do recipiente, por isso o uso de tubetes menores pode ser uma opção mais viável, a fim de diminuir custos com substrato, mão de obra e espaço de ocupação das mudas no viveiro, embora essas variáveis econômicas não tenham sido avaliadas neste estudo. Dessa forma, para promover o crescimento das mudas igualmente nos tubetes menores, pode-se utilizar de artifícios para promoção de crescimento mais vigoroso, por exemplo, com o uso de fertilizantes de liberação controlada.

Com relação ao discutido anteriormente, Cunha *et al.* (2005) também verificaram um aumento no crescimento das

mudas de *Tabebuia impetiginosa* em recipientes maiores, porém, considerando a maior demanda de substrato e mão de obra exigida, os autores recomendaram um recipiente intermediário que não prejudique o crescimento delas. Resultados semelhantes são apresentados por Gomes *et al.* (2003), que testaram 4 dimensões de tubetes (50, 110, 200 e 280 cm³) para produção de mudas de *Eucalyptus grandis* e verificaram que, mesmo com maior crescimento das mudas nos tubetes maiores, estes não são recomendáveis, pois a altura das mudas ficava acima da média tecnicamente indicada para plantio e o custo de produção; assim, os autores recomendaram os tubetes de 50 e 110 cm³ para mudas de 90 dias de idade.

O tipo de substrato não provocou mudanças significativas no crescimento das mudas de *Bauhinia forficata*, exceto com o uso do tubete de 50 cm³, em que o S₃ (turfa fértil: vermiculita 1:1) diminuiu a emergência e os valores de fitomassa verde e seca, provavelmente em razão da adição de vermiculita, que é considerado um substrato inerte e que reduziu a quantidade de nutrientes disponíveis, principalmente porque no menor tubete ocorrem as maiores perdas por lixiviação. Pissinin *et al.* (2008) recomendaram o uso de substrato comercial utilizado isoladamente ou em mistura com areia e/ou terra de mato para promoção de maior desenvolvimento inicial de mudas de *Acacia mearnsii*; Santos *et al.* (2000) testaram misturas de solo e vermiculita (1:1) e casca de pinus moída e vermiculita (1:1) para produção de mudas de *Cryptomeria japonica* e verificaram que o primeiro substrato promoveu maior desenvolvimento de mudas da espécie.

CONCLUSÕES

O uso do teste de envelhecimento acelerado a 41 °C a partir de 72 h de exposição é eficiente na estratificação de lotes de sementes de *Bauhinia forficata* em níveis de vigor e poderá ser utilizado rotineiramente para avaliação de qualidade de sementes da espécie.

O tubete de maior dimensão (110 cm³) promove o crescimento das mudas de *B. forficata*, entretanto o tubete de menor dimensão (50 cm³) pode ser utilizado se houver preferência em priorizar a economia de espaço e de substrato para produção de mudas.

LITERATURA CIENTÍFICA CITADA

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília. 2009. 399 p.

BRANCALION, P. H. S.; MONDO, V. H. V.; NOVIEMBRE, A. D. L. C. Escarificação química para a superação da dormência de sementes de saguaraji-vermelho (*Colubrina glandulosa* perk. - Rhamnaceae). **Revista Árvore**, v. 35, n. 1, p. 119-124, 2011.

COSTA, E. S.; SANTOS NETO, A. L.; COSTA, R. N.; SILVA, J. V.; SOUZA, A. A.; SANTOS, V. R. Dormência de sementes e efeito da temperatura na germinação de sementes de mororó. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 56, n. 1, p. 19-24, 2013.

CUNHA, A. O.; ANDRADE, L. A.; BRUNO, R. L. A.; SILVA, J. A. L.; SOUZA, V. C. Efeitos de substratos e

- das dimensões dos recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex D.C.) Standl. **Revista Árvore**, v. 29, n. 4, p. 507-516, 2005.
- FANTI, S. C.; PEREZ, S. C. J. G. A. Efeitos do envelhecimento precoce no vigor de sementes de *Chorisia speciosa* St. Hil. – Bombacaceae. **Revista Árvore**, v. 29, n. 3, p. 345-352, 2005.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.
- GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. R. L. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K. **Revista Árvore**, v.27, n.2, p.113-127, 2003.
- GONÇALVES, J. L. M.; POGGIANI, F. Substratos para produção de mudas florestais. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., 1996, Águas de Lindóia. **Anais... Águas de Lindóia: USP-ESALQ/SBCS/CEA/SLACS/SBM**, 1996. CD-ROM.
- GONZALES, R. A.; PEREZ, S. M.; BLANCO, J. J. Estudio sobre el comportamiento en vivero de *Pinus caribaea* var. *caribaea* cultivado en envases de polietileno de 12 dimensiones diferentes. **Forestal Baracoa**, v. 18, n. 1, p. 39-51, 1988.
- GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; GONÇALVES, E. P.; VIANA, J. S.; BRUNO, R. L. A.; COLARES, P. N. Q. Resposta fisiológica de sementes de *Erythrina velutina* Willd. ao envelhecimento acelerado. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 30, n. 2, p. 323-330, 2009.
- GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; OLIVEIRA, L. S. B. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de *Chorisia glaziovii* (Kuntze) (Malvaceae). **Bioscience Journal**, v. 29, n. 2, p. 378-385, 2013.
- LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas no Brasil. 4 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 368 p.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 465 p.
- MEDEIROS, A. C. S. **Armazenamento de sementes de espécies florestais nativas**. Colombo: Embrapa Florestas, 2001. 24 p. (Documentos, 66).
- MENEZES, V. O.; PEDROSO, D. C.; MUNIZ, M. F. B.; BELLÉ, R.; BLUME, E.; GARCIA, D. C. Envelhecimento acelerado em sementes de *Zinnia elegans* Jacq. colhidas em diferentes épocas. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 3, p.039-047, 2008.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B (eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999, p. 1-20.
- PEREIRA, T. S. Germinação de sementes de *Bauhinia forficata* Link. (Leguminosae Caesalpinoideae). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 14, n. 1, p. 77-82, 1992.
- PISSININ, L. Z.; BARBIERI, J.; BONACINA, D. M.; MUNIZ, M. F. B. Tratamento de sementes e tipos de substrato na produção de mudas de *Acacia mearnsii*. **Cerne**, v. 14, n. 2, p. 170-176, 2008.
- SANTOS, S. R. G.; CESAR DE PAULA, R. Teste de envelhecimento acelerado para avaliação do vigor de lotes de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs (Branquilha) – Euphorbiaceae. **Revista do Instituto Florestal**, v. 19, n. 1, p. 1-12, 2007.
- SANTOS, C. B.; LONGHI, S. J.; HOPPE, J. M.; MOSCOVICH, F. A. Efeito do volume de tubetes e tipos de substratos na qualidade de mudas de *Cryptomeria japonica* (L.F.) D. Don. **Ciência Florestal**, v. 10, n. 2, p. 1-15, 2000.
- SILVA, A. C. F.; SILVEIRA, L. P.; NUNES, I. G.; SOUTO, J. S. Superação de dormência de *Enterolobium contortisiliquum* Mor. (Vell.) Morong. **Scientia Plena**, v.8, n. 4, p.1-6, 2012.
- TILMANN, M. A. A.; MELLO, C. D. V. **Análise de Sementes**. Brasília: ABEAS (Curso de Ciência e Tecnologia de Sementes – módulo 4), 2006.
- VIANA, J. S.; GONÇALVES, E. P.; ANDRADE, L. A. OLIVEIRA, L. S. B.; SILVA, E. O. Crescimento de mudas de *Bauhinia forficata* Link. em diferentes tamanhos de recipientes. **Floresta**, v. 38, n. 4, p. 663-671, 2008.
- WIELEWICKI, A. P.; LEONHARDT, C.; SCHLINDWEIN, G.; MEDEIROS, A. C. S. Proposta de padrões de germinação e grau de umidade para sementes de algumas espécies florestais presentes na região sul do Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 3, p.191-197, 2006.
- ZANI FILHO, J.; BALLONI, E. A.; STAPE, J. L. **Viveiro de mudas florestais** - Análise de um sistema operacional atual e perspectivas futuras. Piracicaba: IPEF, 1989. (Circular Técnica, 167).