

TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO PARA AVALIAR O POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE CANUDO-DE-PITO

ACCELERATED AGING TEST TO EVALUATE THE PHYSIOLOGICAL POTENCIAL OF CANUDO-DE-PITO SEEDS

Diêgo Gomes Júnior¹ José Carlos Lopes²

RESUMO

Objetivou-se neste trabalho avaliar o potencial fisiológico de sementes de *Mabea fistulifera* Mart. após variados períodos de exposição ao envelhecimento acelerado. O experimento foi realizado utilizando o teste de envelhecimento acelerado no método tradicional e com o uso de solução saturada de NaCl sob temperaturas de 41, 43 e 45°C em períodos de exposição de 0, 24, 48, 72 e 96 h, arranjado em esquema fatorial 2 x 3 x 5 (soluções x temperaturas de envelhecimento x tempos de exposição) em um delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições. Foram avaliados o teor de água das sementes, a porcentagem de germinação, o índice de velocidade de germinação, o tempo médio de germinação e a frequência relativa de germinação. O teste de envelhecimento acelerado reduziu o vigor das sementes de canudo-de-pito, sendo que, quando aplicado pelo método tradicional por 24 horas em temperatura de 43°C e em solução saturada de NaCl por 72 horas na mesma temperatura, este teste se mostrou adequado para a avaliação do potencial fisiológico destas sementes.

Palavras-chave: *Mabea fistulifera*; solução salina; germinação; vigor.

ABSTRACT

This work aimed to evaluate the potential physiologic *Mabea fistulifera* Mart. after varying periods of exposure to accelerated aging. The experiment was conducted using the accelerated aging test in the traditional method and with the use of saturated NaCl at temperatures of 41, 43 and 45°C for exposure times of 0, 24, 48, 72 and 96 h, arranged in a 2x3x5 factorial (solutions x temperature aging x exposure time) in a completely randomized design (DIC) with four replications. We evaluated the water content of the seeds, the germination percentage, the rate of speed of germination, mean germination time and relative frequency of germination. The accelerated aging test for reduced seed vigor of canudo-de-pito, and when applied using traditional for 24 hours at a temperature of 43°C and saturated NaCl for 72 hours at the same temperature, this test is adequate for physiological potential of these seeds.

Keywords: *Mabea fistulifera*; NaCl solution; germination; vigour.

INTRODUÇÃO

Com o avanço histórico da degradação ambiental influenciada diretamente pelo desmatamento houve uma redução drástica nas florestas tropicais do Brasil, principalmente na Floresta Atlântica, gerando impactos antrópicos acentuados. Essas áreas antropizadas, quando não recuperadas, geram grandes problemas ao ambiente, pois a falta de cobertura florestal aumenta significativamente a susceptibilidade do solo a sofrer processos erosivos drásticos e por vezes irreversíveis (LINO; SIMÕES, 2002).

1 Tecnólogo em Silvicultura, Dr., Técnico em Desenvolvimento Agropecuário, Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo, Rua João Ivo Aguilar, 177, CEP 29380-000, Muniz Freire (ES), Brasil. diegogomesj@gmail.com

2 Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor do Departamento de Produção Vegetal, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alto Universitário, s/n, Caixa Postal 16, CEP 29500-00, Alegre (ES), Brasil. jcufes@bol.com.br

O estudo com espécies florestais que estejam adaptadas a áreas antropizadas ainda é escasso, apesar desse fato, nota-se em áreas degradadas que algumas espécies como a *Mabea fistulifera* Mart. (canudo-de-pito), são de suma importância para a regeneração e proteção devido à facilidade de se estabelecerem em condições impróprias para várias espécies (MARTINS, 2001).

Mabea fistulifera Mart., pertencente à família Euphorbiaceae, é uma planta nativa, arbórea lactescente, chegando a 15 m de altura, e tronco de até 30 cm de diâmetro. Ocorre desde São Paulo até Minas Gerais, principalmente em regiões de transição para Cerrado (VIEIRA et al., 1997). Sua madeira é leve e de baixa durabilidade em campo. Planta pioneira característica de vegetação secundária, de terrenos arenosos com baixa fertilidade e alta acidez, ocorre normalmente agregada em bordas de matas e em locais com impactos antrópicos acentuados, raramente é encontrada isolada e no interior de mata primária densa. Floresce de janeiro a abril, com a maturação dos frutos ocorrendo em setembro prolongando-se até outubro (LORENZI, 1998).

Dados relativos às características fisiológicas das sementes são importantes em tecnologia de sementes, visando ao planejamento da coleta destas e à produção de mudas em viveiro. Entretanto, um dos principais problemas da coleta é a sazonalidade apresentada pelas espécies florestais, ocorrendo em períodos regulares e irregulares. Ressalta-se, ainda a necessidade de estudos sobre testes de vigor para avaliação do potencial fisiológico das sementes florestais. A divulgação de sua metodologia tornará, com certeza, mais difundida a sua aplicação em ciências florestais (VALENTINI; PIÑA-RODRIGUES, 1995).

As essências florestais têm sua propagação comprometida pela falta de preservação e pela falta de estudos do comportamento das sementes após a colheita. Durante o armazenamento, as sementes podem sofrer processos que afetam seu vigor, culminando com a deterioração, que é um processo irreversível e contínuo (DELOUCHE, 1982), determinado por uma série de alterações fisiológicas, bioquímicas, físicas e citológicas, que tem início a partir da maturidade fisiológica, apresentando um ritmo progressivo, resultando em queda da qualidade e morte da semente (MARCOS FILHO, 2005), cuja duração do processo é determinada pela interação entre herança genética e fatores ambientais relacionados ao manejo pós-colheita da semente (DELOUCHE; BASKIN, 1973). A deterioração é considerada como a principal causa de perda de viabilidade e redução no vigor das sementes, podendo influenciar a produtividade de uma cultura pelo decréscimo na germinação, além de resultar em menor desempenho das plantas sobreviventes (ROBERTS, 1974). O fenômeno da deterioração pode ser explicado pelo processo de envelhecimento culminando com a peroxidação de lipídios, rompimento das membranas celulares e desintegração do núcleo da célula (LOPES, 1990).

No Brasil, o teste de envelhecimento acelerado em sementes vem sendo aplicado em sementes de espécies florestais como *Araucaria angustifolia* (FONTES; DAVIDE; DAVIDE, 2001), *Anadenanthera colubrina* (GARCIA; NOGUEIRA; ABREU, 2004), *Caesalpinia peltophoroides* (PONTES et al., 2006) e *Sebastiania commersoniana* (SANTOS; PAULA, 2007).

Estudos sobre deterioração de sementes são muito longos, podendo ser substituídos pelo envelhecimento acelerado. Esse teste baseia-se no fato de que a taxa de deterioração de sementes aumenta de forma significativa quando expostas a condições ambientais desfavoráveis, como alta temperatura e umidade relativa. Assim, entende-se que sementes com baixo vigor apresentarão maior queda em sua viabilidade quando submetidas ao teste; as sementes com maior vigor, mesmo após o teste, normalmente mantêm a capacidade de produzir plântulas normais com germinação elevada (MARCOS FILHO, 1994).

Segundo Delouche e Baskin (1973), o teste de envelhecimento acelerado, inicialmente, teria como finalidade estipular o potencial de armazenamento de sementes, mas se mostrou também eficiente em outros testes como na comparação do vigor entre lotes de sementes (POPINIGIS, 1985). Atualmente, ele pode ser conduzido com duas técnicas: câmara de envelhecimento e caixas tipo gerbox, sendo que a sua condução em caixa tipo gerbox proporciona maior facilidade, reduz a variação dos resultados, aumentando a probabilidade de padronização (MARCOS FILHO, 1994), conforme verificado em análise de lotes de sementes de branquilha (SANTOS; PAULA, 2007). Entretanto, em espécies com sementes pequenas os resultados obtidos apresentam pouca consistência devido à variação no teor de água após o período de envelhecimento. Uma alternativa proposta para corrigir esse efeito é a substituição da água por soluções saturadas de sais, que permitem a redução da velocidade de absorção de água, reduzindo a intensidade de deterioração, e minimizando os efeitos drásticos sobre as sementes (JIANHUA; MCDONALD, 1996).

E, de acordo com Valentini e Piña-Rodrigues (1995) em função da diversidade das espécies nativas e das condições ambientais de produção das sementes, poucos são os testes de vigor com metodologia conhecida, e, no caso do teste de envelhecimento acelerado, pode-se considerar que ainda é pequeno o número de trabalhos com espécies arbóreas nativas.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial fisiológico de sementes de *Mabea fistulifera* Mart. após variados períodos de exposição ao envelhecimento acelerado.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Sementes do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, localizado em Alegre - ES, utilizando-se sementes de *Mabea fistulifera* Mart. provenientes de frutos de 12 matrizes existentes em áreas de regeneração em três pontos situados às margens da BR-482, entre Alegre e Guaçuí, na região do Caparaó - ES, coordenadas geográficas 20°45'39"S e 41°33'32"W; 20°45'25"S e 41°34'44"W; 20°46'15"S e 41°36'18"W. A região fica localizada entre os paralelos 20°45'48" de latitude sul e 41°31'57" de longitude oeste de Greenwich, apresentando uma altitude de cerca 613 metros. O clima predominante é quente e úmido no verão com inverno seco, e com uma precipitação anual média de 1200 mm. A temperatura média anual oscila em torno de 27°C (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, 2010).

Os frutos foram coletados com auxílio de um podão, secos em estufa com convecção, à temperatura de 30°C até o início da deiscência, as sementes extraídas manualmente, secas à sombra na temperatura ambiente do Laboratório de Sementes. Posteriormente foram feitas as seguintes avaliações e/ou determinações:

Teor de água - realizado inicialmente e após os tratamentos das sementes, utilizando-se duas subamostras de 15 sementes pelo método de estufa 105±3°C, por 24 horas, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem.

Germinação - foi conduzida com quatro repetições de 25 sementes/período/temperatura, distribuídas em placas de Petri forradas com duas folhas de papel germitest umedecidas com quantidade de água destilada equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco, sendo posteriormente mantidas em câmaras de germinação tipo BOD regulada com temperatura constante de 30°C, e fotoperíodo de 8-16 horas (luz/escuro). As avaliações foram feitas diariamente e no final o resultado de germinação foi expresso em porcentagem média de plântulas normais para cada temperatura/tempo de exposição.

Índice de velocidade de germinação (IVG) - foi conduzido concomitantemente com o teste de germinação, computando-se diariamente o número de sementes que apresentou protrusão da raiz primária com comprimento ≥ 2 mm, sempre no mesmo horário durante o teste. Calculou-se o índice de velocidade de germinação pelo somatório do número de sementes germinadas a cada dia, dividido pelo número de dias decorridos entre a semeadura e a germinação, de acordo com a fórmula de Maguire (1962):

$$IVG = \frac{G_1}{n_1} + \frac{G_2}{n_2} + \dots + \frac{G_i}{n_i}$$

Em que: IVG = índice de velocidade de germinação de plântulas; G = número de sementes germinadas a cada dia; N = número de dias transcorridos da semeadura à última contagem.

Tempo médio de germinação - calculado utilizando-se a fórmula proposta por Labouriau (1983):

$$TMG = \frac{\sum n_i.t_i}{\sum n}$$

Em que: TMG = tempo médio de germinação; n_i = número de sementes germinadas em um intervalo de tempo; n = número total de sementes germinadas; t_i = dias de germinação.

Frequência relativa de germinação - calculado de acordo com Labouriau e Valadares (1976) a partir dos dados de germinação diária, em função do tempo de incubação:

$$fr = ni / \sum ni$$

Em que: Fr = frequência relativa de germinação; ni = nº de sementes germinadas por dia; Σni = número total

de sementes germinadas.

Teste de envelhecimento acelerado tradicional - esse teste foi conduzido pelo método do gerbox, ajustado para formar uma câmara úmida (100% de umidade), adaptando a metodologia proposta por Marcos Filho (1999). Foram utilizadas caixas de plástico tipo gerbox com 11 x 11 x 3 cm, adaptadas como minicâmaras, adicionados ao seu interior 40 mL de água destilada, tampadas, colocadas no seu interior telas de arame suspensas e ajustadas, nas quais foram colocadas uniformemente 130 sementes por tratamento. Posteriormente, as caixas foram mantidas em BOD reguladas nas temperaturas de 41, 43 e 45°C por períodos de 24, 48, 72 e 96 horas. Após esses períodos, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, conforme descrito anteriormente.

Teste de envelhecimento acelerado com solução salina - a condução deste teste foi similar à condução do teste de envelhecimento acelerado tradicional, tendo, entretanto, adicionado ao fundo das caixas de plástico tipo gerbox, 40 mL de solução salina feita com cloreto de sódio (40 g de NaCl em 100 mL de água destilada), para ajustar a umidade relativa de 76%, de acordo com a metodologia proposta por Jianhua e McDonald (1996).

Delineamento experimental e análise estatística - adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições, arranjos em esquema fatorial 2 x 3 x 5 (soluções x temperaturas de envelhecimento x tempos de exposição). Os dados em porcentagens foram transformados em arco-seno $\sqrt{(x/100)}$ e os dados de índice de velocidade de germinação em $\sqrt{(x+0,5)}$, mas nas tabelas estão apresentados os dados originais. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Foi realizada a análise de regressão polinomial, para germinação e IVG, em função da temperatura e do tempo de exposição. Foram utilizados os modelos linear, quadrático e cúbico, sendo escolhido o que melhor se ajustou aos dados obtidos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores do teor de água das sementes, obtidos antes e após a condução dos tratamentos de envelhecimento acelerado (Tabela 1), evidenciam que pelo método tradicional houve um acréscimo acentuado na umidade das sementes, inicialmente (T0) com 12,60% e após tratamento por 24 horas atingiu valores de 21,50%, permanecendo quase inalterado após este período, atingindo 23,96% após 96 horas de exposição ao envelhecimento acelerado, em todas as temperaturas testadas. Quando as sementes foram envelhecidas pelo método alternativo, similarmente houve acréscimo inicial no grau de umidade das sementes, entretanto, este aumento ocorreu de forma mais lenta e com valores bem inferiores em relação ao envelhecimento tradicional, atingindo valores de 15,75% após 24 horas de envelhecimento, e valores de 16,60% após 96 horas. Verifica-se que de acordo com os dados iniciais de umidade, as sementes apresentavam-se em ótimas condições para a condução dos testes, havendo similaridade entre os valores, e de acordo com os incrementos nos teores de água, verifica-se que não houve variações acentuadas, o que sugere uma boa uniformidade na condução dos tratamentos de envelhecimento acelerado que, de acordo com Marcos Filho (1999), valores de umidade oscilando entre 3 e 4% são toleráveis, levando à obtenção de resultados mais consistentes. Krzyzanowski, França Neto e Henning (1991) afirmam que valores de umidade oscilando para mais ou para menos podem indicar sementes com maior ou menor taxa de deterioração.

Houve redução significativa na germinação das sementes submetidas às condições de envelhecimento acelerado. Resultados similares foram observados em sementes de *Anadenanthera colubrina* (GARCIA; NOGUEIRA; ABREU, 2004); urucu (LOPES; LIMA; MACEDO, 2008) e *Eucalyptus grandis* (CAMARGO et al., 2000).

O envelhecimento acelerado conduzido pelo método tradicional afetou a germinação das sementes (Tabela 2) de forma significativa, havendo uma redução acentuada com o aumento da temperatura de envelhecimento para 43 e 45°C, enquanto com a utilização da solução salina, houve redução somente quando os tempos de exposição foram elevados.

Entre os fatores temperatura e tempo de exposição, a análise evidenciou que houve interação significativa para germinação e vigor das sementes (Tabela 2 e Figura 1A).

Sementes tratadas com envelhecimento acelerado tradicional, sob temperatura de 41°C mantiveram

TABELA 1: Teor de água (%) de sementes de *Mabea fistulifera* Mart. (inicial – T0) antes e após o teste de envelhecimento acelerado tradicional (A) e envelhecimento acelerado em solução salina (B) a 41, 43 e 45°C por 24, 48, 72 e 96 horas. Alegre - ES, 2011.

TABLE 1: Water content (%) of seed *Mabea fistulifera* Mart. before (initial – T0) and after test of accelerated aging (A) and accelerated aging in saline solution (B) 41, 43 and 45°C for 24, 48, 72 and 96 hours. Alegre, ES, 2011.

Temperaturas	A				
	Inicial (T0)	24	48	72	96
41°C	12,59	21,07	22,19	22,78	23,56
43°C	12,33	21,41	22,99	23,32	24,27
45°C	12,85	21,52	23,21	24,18	24,76
B					
	0	24	48	72	96
41°C	12,38	15,48	15,60	15,78	16,04
43°C	12,45	15,75	15,90	16,27	16,76
45°C	12,74	15,85	16,68	16,95	17,17

valores de germinação similares ao controle (T0) em todos os tempos de exposição. Esse resultado obtido em T0 (74%) assemelha-se ao resultado de germinação encontrado por Leal Filho e Borges (1992), que avaliando temperatura e luz para a germinação de sementes de canudo-de-pito obtiveram 79,5% de germinação sob temperatura constante de 30°C. Todavia, quando as sementes foram tratadas com temperaturas de 43°C houve redução significativa na germinação das sementes, cujos valores se mantiveram similares nos tempos de exposição por 24, 48 e 72 horas, com redução acentuada no tempo de 96 horas. O envelhecimento sob temperatura de 45°C exerceu efeitos mais drásticos na capacidade germinativa das sementes a partir de 24 horas de tratamento, reduzindo os valores de germinação na medida em que elevou o tempo de exposição até 96 horas, no qual as sementes praticamente não apresentaram germinação, manifestando os efeitos da deterioração. Contrastando com estes resultados, para sementes de *Guazuma ulmifolia*, o teste pode ser conduzido sob temperatura de 41 e 45°C por 120 ou 96 horas, respectivamente (GONÇALVES, 2003), para sementes de *Croton floribundus*, sob temperatura de 45°C por 96 horas (ABDO, 2005) e para sementes de *Cedrela fissilis*, a temperatura de 42°C por 48 horas (CHEROBINI; MUNIZ; BLUME, 2008).

Os resultados obtidos nas sementes tratadas com envelhecimento acelerado em solução salina (Figura 1B e Tabela 2) evidenciam que na temperatura de 41°C não houve grande variação quanto à germinação, com o aumento do período de envelhecimento das sementes até 72 horas de exposição, ocorrendo redução após 96 horas. Comportamento similar foi verificado nas sementes tratadas com temperatura de 43 e 45°C por 24 e 48 horas, ocorrendo redução significativa a partir de 96 horas, sendo essa redução verificada após 72 horas nas sementes mantidas sob temperatura de 43°C. Para o envelhecimento acelerado em sementes de *Dalbergia nigra*, o melhor tratamento foi temperatura de 43°C por 72 horas (CORREA et al., 2006).

Esses resultados podem ser observados no tempo médio e na frequência relativa de germinação (Figura 2), nos quais os polígonos de frequência das sementes envelhecidas pelo método tradicional (Figura 2A) apresentaram-se deslocados à esquerda, com intervalo de germinação entre sete e 14 dias. Para as sementes envelhecidas na solução salina (Figura 2B), os polígonos apresentaram comportamento polimodal com frequência semelhante ao controle, no qual a germinação teve início após sete dias da sementeira, estendendo-se até o décimo nono dia, à exceção das sementes tratadas a 43°C por 96 horas e 45°C por 72 horas, cuja porcentagem de germinação foi significativamente reduzida, fato atribuído à alta porcentagem de deterioração das sementes. Resultados similares foram encontrados em sementes de *Copaifera langsdorffii* submetidas ao envelhecimento acelerado, sob temperatura de 45°C e 100% de umidade relativa (FERREIRA et al., 2004), e em sementes de *Melanoxylon brauna*, o envelhecimento artificial em todas temperaturas testadas impôs uma deterioração mais drástica do que o envelhecimento natural até 12 meses, sendo a de 40°C por 96 horas a sugerida para procedimento do teste (CORTE et al., 2010).

TABELA 2: Germinação (%) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Mabea fistulifera* Mart. antes (inicial – T0) e após o teste de envelhecimento acelerado tradicional (água) (A) e envelhecimento acelerado em solução saturada com NaCl (B) a 41, 43 e 45°C por 24, 48, 72 e 96 horas. Alegre - ES, 2011.

TABLE 2: Germination (%) and IVG (speed rate of emergence) of seeds of *Mabea fistulifera* Mart. before (initial – T0) and after test of accelerated aging (A) and accelerated aging in saline solution (B) 41, 43 and 45 °C for 24, 48, 72 and 96 hours. Alegre, ES, 2011.

		Germinação				
Temperatura (°C)	A					
	Inicial (T0)	24	48	72	96	
41	74 aA	65 aA	63 aA	64 aA	64 aA	
43	74 aA	33 bB	34 bB	31 bB	5 bC	
45	74 aA	22 bB	17 cB	1 cC	0 cC	
		B				
41	74 aA	73 bAB	67 abAB	65 aAB	54 aB	
43	74 aA	67 bAB	60 bABC	42 bC	53 aBC	
45	74 aA	86 aA	74 aAB	63 aB	37 bC	
		IVG				
Temperatura (°C)	A					
	Inicial (T0)	24	48	72	96	
41	1,91 aA	1,56 aB	1,55 aB	1,53 aB	1,40 aB	
43	1,91 aA	0,84 bB	0,78 bB	0,79 bB	0,14 bC	
45	1,91 aA	0,42 cB	0,35 cB	0,01 cC	0,00 bC	
		B				
41	1,91 aA	1,74 aA	1,68 aA	1,56 aA	1,43 aA	
43	1,91 aA	1,87 aA	1,62 aAB	1,32 bBC	1,28 aC	
45	1,91 aA	1,88 aA	1,70 aA	1,44 aA	1,16 bB	

Em que: Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

Os efeitos dos tratamentos de envelhecimento pelo método tradicional e com solução salina sobre a germinabilidade são claramente detectados no vigor das sementes (Tabela 2 e Figura 1). As médias do índice de velocidade de germinação decresceram significativamente nas sementes tratadas com envelhecimento tradicional por 41, 43 e 45°C (1,63; 0,89 e 0,54, respectivamente), quando comparadas com as médias obtidas no envelhecimento feito com solução salina, cujos valores foram 1,65; 1,59 e 1,71, respectivamente. Nas sementes tratadas com temperatura de 41°C por 24 horas houve redução significativa no índice de velocidade de germinação e após este período, os valores obtidos foram similares. Para as sementes tratadas com envelhecimento acelerado em ambiente salino, os valores obtidos no índice de velocidade de germinação (IVG) foram similares aos valores obtidos no controle em todas as temperaturas testadas, à exceção da exposição por períodos mais elevados (72 e 96 horas), na qual se verificou redução significativa nestes valores. Esse resultado é importante para condução de trabalhos em nível de viveiro ou em campo, pelo fato de a velocidade de germinação ser um indicativo do vigor das sementes. Entretanto, de acordo com Delouche e Basckin (1973), a redução da velocidade de germinação não está incluída entre os eventos iniciais do processo de deterioração de sementes, enquanto o teste de envelhecimento acelerado, que avalia o comportamento de sementes tratadas com temperatura e umidade relativa do ar elevadas, é considerado um dos mais sensíveis para a avaliação do vigor (MARCO FILHO, 1999).

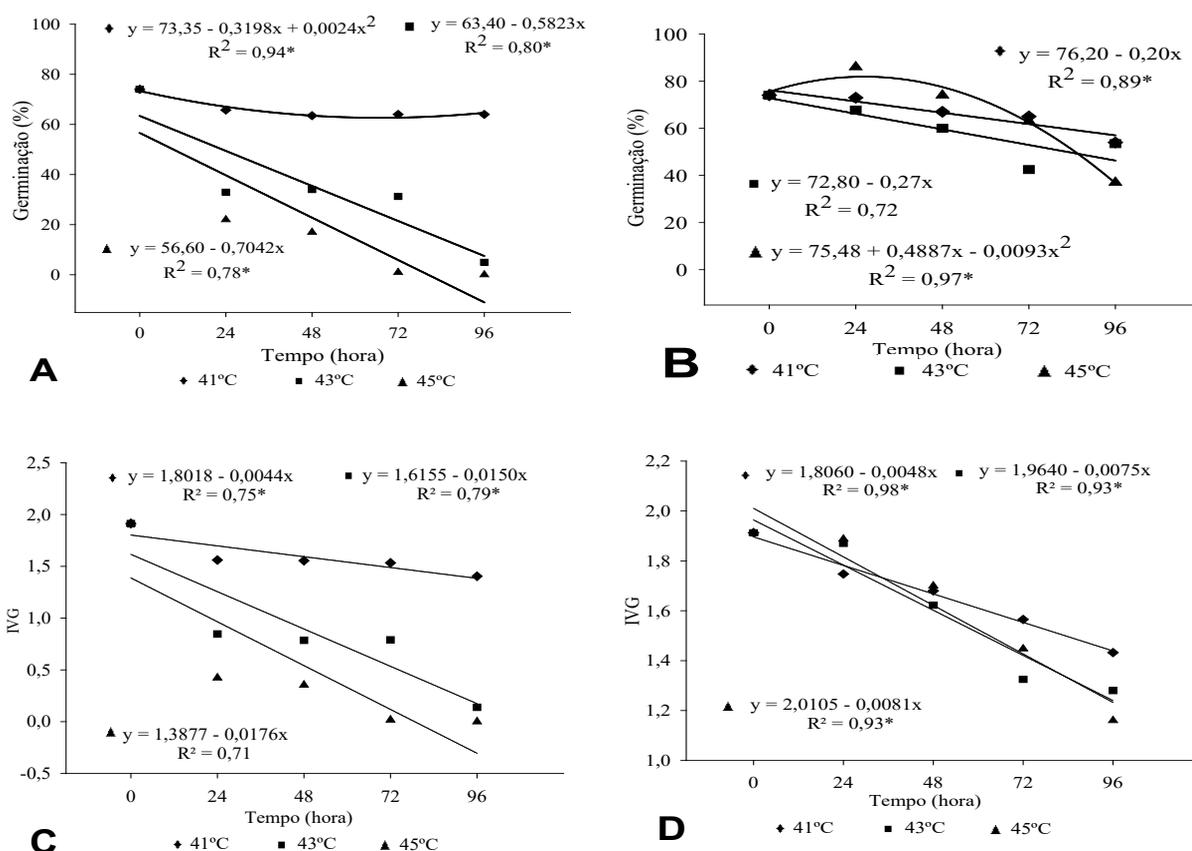


FIGURA 1: Regressão polinomial dos valores médios de germinação e IVG das sementes de *Mabea fistulifera* Mart. submetidas ao envelhecimento acelerado. A – taxa de germinação de sementes envelhecidas pelo método tradicional; B – taxa de germinação de sementes envelhecidas pelo método alternativo (ambiente salino); C – IVG das sementes envelhecidas pelo método tradicional; e D – IVG das sementes envelhecidas pelo método alternativo.

FIGURE 1: Polynomial regression of mean values of IVG and germination of seeds *Mabea fistulifera* Mart. subjected to accelerated aging. A – germination rate of aged seeds by traditional method, B – the germination rate of aged seeds by the alternative method (saline environment), C – IVG of aged seeds by traditional method, and D – IVG aged seeds of the alternative method.

Lopes, Lima e Macedo (2008) estudando o efeito do envelhecimento acelerado na qualidade fisiológica de sementes de urucu verificaram que o aumento no tempo e na temperatura do envelhecimento acelerado resulta em um processo de deterioração mais acelerado destas sementes. A deterioração é um processo de envelhecimento que culmina com a peroxidação de lipídios, rompimento das membranas celulares e desintegração do núcleo da célula e perda de viabilidade das sementes (LOPES, 1990). De acordo com Ravikumar et al. (2002), as alterações degenerativas, que ocorrem nas estruturas internas das sementes, promovem a degradação de metabolismos essenciais, como a perda de reservas, sendo um dos fatores responsáveis pela perda de viabilidade das sementes. O processo inicial de envelhecimento de sementes, de acordo com Goel, Goel e Sheoran (2003), é propiciado pela elevada atividade oxidativa levando à peroxidação de radicais livres, como os lipídios. Há a indução, através deste radical livre, de uma peroxidação não enzimática, que desestrutura os sistemas membranaís em nível celular, tornando-se a maior causa da deterioração de sementes armazenadas (CARVALHO, 1994).

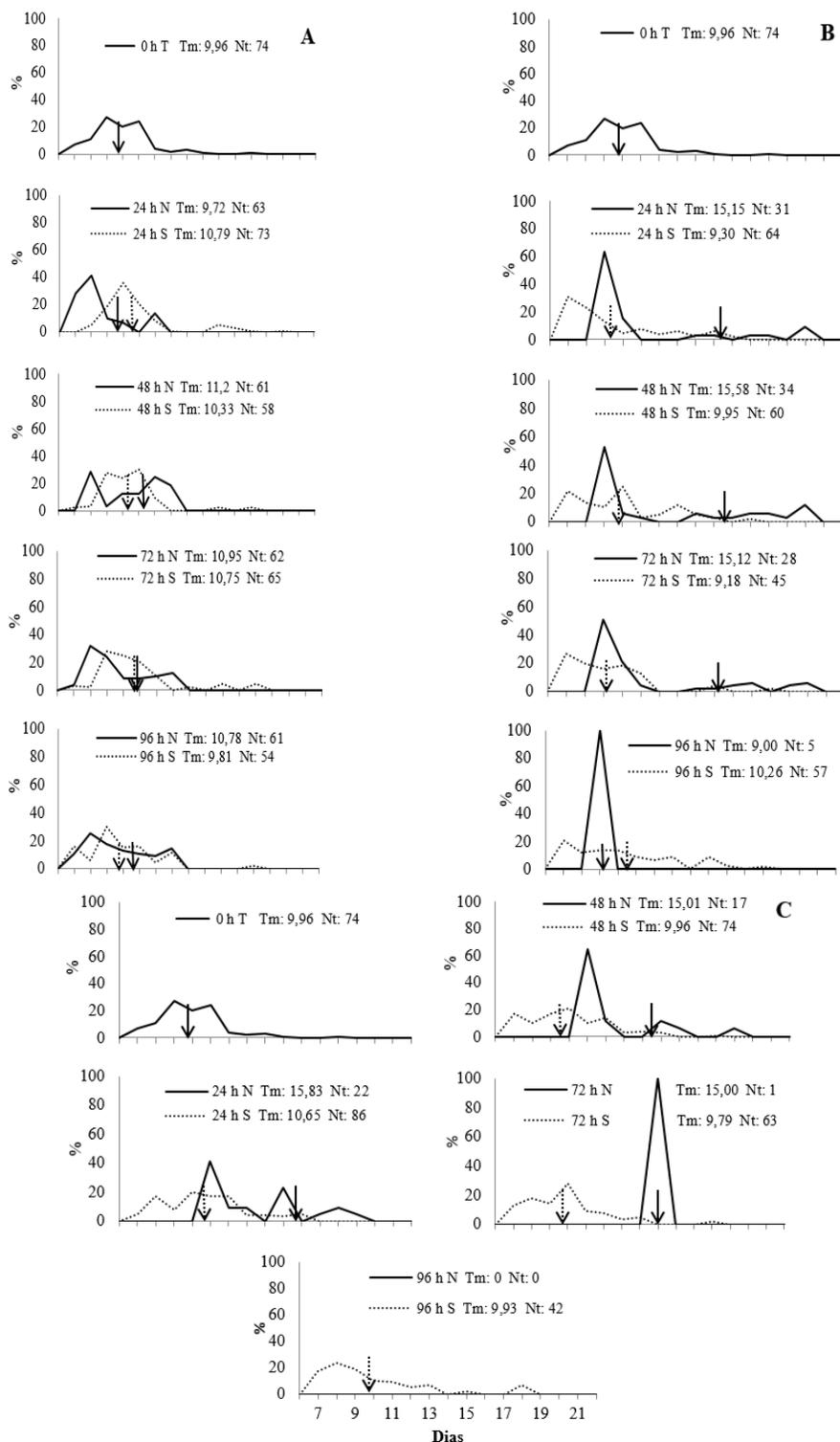


FIGURA 2: Influência do envelhecimento acelerado pelo método tradicional (N) e alternativo (S) na distribuição da frequência relativa de germinação e tempo médio de sementes de *Mabea fistulifera* Mart., ao longo do período de germinação. A – Envelhecimento a 41°C; B – Envelhecimento a 43°C; C – Envelhecimento a 45°C (Tm: tempo médio de germinação; Nt: número total de sementes germinadas).

FIGURE 2: Effect of accelerated aging in the traditional method (N) and alternative (S) in the frequency distribution of germination and mean seed *Mabea fistulifera* Mart., over the period of germination. A – Aging at 41°C, B – Aging at 43°C, C – Aging at 45°C (Tm: mean germination time; Nt: total number of germinated seeds).

As sementes envelhecidas pelo método tradicional a 41°C (Figura 2 A) apresentou polígonos de frequência deslocados à esquerda, com sua germinação iniciando no sétimo dia estendendo-se até o décimo quarto dia, ao contrário dos polígonos de frequência relativos ao envelhecimento a 43°C (Figura 2 B), que evidenciaram um atraso no início da germinação, e a 45°C (Figura 2 C) que se apresentaram deslocados à direita, com início e máximo da germinação em torno do décimo primeiro dia, evidenciando um atraso no processo germinativo. O tempo médio de germinação das sementes submetidas ao envelhecimento pelo método tradicional a 41°C foi similar ao do controle, enquanto nas sementes tratadas com temperaturas de 43 e 45°C evidenciou atraso na germinação, com deslocamento dos polígonos à direita.

As diferenças observadas para a frequência relativa de germinação e o tempo médio de germinação entre as sementes envelhecidas pelo método tradicional e as envelhecidas pelo método alternativo podem ser atribuídas à concentração de sal na solução, que exerce a função de condicionamento osmótico e não permite a absorção elevada de umidade pela semente, evitando assim a redução drástica no seu vigor.

Com o envelhecimento ocorre aumento no teor de água das sementes em relação ao controle, e quanto mais elevada for a temperatura de envelhecimento maiores danos são causados à semente e maior é a redução no seu vigor, principalmente por ocasionar rompimento das membranas celulares e perda das reservas das sementes (LOPES, 1990).

Santos e Paula (2007) afirmam que após o envelhecimento, quando as sementes são colocadas para germinar na temperatura ideal, o seu metabolismo é rapidamente ativado, em razão do maior teor de água, tendo como consequência, maior velocidade de germinação em relação às sementes não envelhecidas. Fanti e Perez (1999) com sementes de olho-de-dragão (*Anadenanthera pavonina*) observaram comportamento similar durante a germinação.

O comportamento observado nas sementes de *Mabea fistulifera* Mart., também foi relatado por Cherobini, Muniz e Blume (2008) em sementes de cedro (*Cedrela fissilis*) em que os autores verificaram que o aumento no tempo de envelhecimento proporciona acréscimos no teor de água das sementes, reduzindo, assim, o tempo de germinação. Assim, para as sementes de alto vigor, em alguns casos, o envelhecimento pode funcionar como um preconditionamento, favorecendo a germinação e a velocidade de germinação.

CONCLUSÕES

De acordo com a metodologia utilizada para o teste de envelhecimento acelerado em sementes de *Mabea fistulifera* Mart., conclui-se que:

- a) houve redução do vigor das sementes;
- b) o teste conduzido a 41°C não exerce efeito sobre a porcentagem de germinação das sementes;
- c) o teste por 24 horas em temperatura de 43°C e em solução saturada de NaCl por 72 horas em mesma temperatura é eficiente para diferenciação da qualidade fisiológica das sementes;
- d) o teste a 45°C determina uma drástica deterioração das sementes;
- e) o envelhecimento acelerado em suas duas metodologias se mostrou aplicável em sementes da espécie em estudo, indicando a possibilidade de sua utilização para comparar o vigor entre lotes de sementes desta espécie.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPES pela concessão de bolsa de mestrado ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

- ABDO, M. T. V. N. **Germinação, armazenamento e qualidade fisiológica de sementes de capixingui (*Croton floribundus* Spreng.) – EUPHORBIACEAE.** 2005. 57 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes.** Brasília: Mapa; ACS, 2009. 399 p.
- CAMARGO, M. L. P. et al. Atividade enzimática em plântulas de *Eucalyptus grandis* provenientes de

- sementes envelhecidas artificialmente e naturalmente. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 10, n. 2, p. 113-122, 2000.
- CARVALHO, N. M. O conceito de vigor em sementes. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Eds.). **Teste de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p. 1-30.
- CHEROBINI, E. A. I.; MUNIZ, M. F. B.; BLUME, E. Avaliação da qualidade de sementes e mudas de cedro. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, n. 1, p. 65-73, 2008.
- CORREA, N. B. et al. Efeito do envelhecimento acelerado na germinação e vigor de sementes de *Dalbergia nigra* Vell. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 10., 2006, São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos: Universidade do Vale do Parnaíba, 2006. p. 1024- 1027.
- CORTE, V. B. et al. Qualidade fisiológica de sementes de *Melanoxylon brauna* envelhecidas natural e artificialmente. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 86, p. 181-189, jun. 2010.
- DELOUCHE, J. C. Physiological changes during storage that affect soybean seed quality. In: SINCLAIR, J. B.; JACKOBS, J. A. (Eds.). **Soybean seed quality and stand establishment**. [s. l.]: Intsoy, 1982. p. 57-66.
- DELOUCHE, J. C.; BASKIN, C. C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 1, n. 2, p. 427-452, 1973.
- FANTI, S. C.; PEREZ, S. C. J. G. A. Influência do substrato e do envelhecimento acelerado na germinação de olho-de-dragão (*Anadenanthera pavonina* L. – FABACEAE). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 21, n. 2, p. 135-141, 1999.
- FERREIRA, R. A. et al. Qualidade fisiológica de sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae Caesalpinioideae) envelhecidas artificialmente. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 35, n. 1, p. 82-86, 2004.
- FONTES, B. P. D.; DAVIDE, L. C.; DAVIDE, A. C. Fisiologia e citogenética de sementes envelhecidas de *araucaria angustifolia*. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 2, p. 346-355, mar./abr. 2001.
- GARCIA, L. C.; NOGUEIRA, A. C.; ABREU, D. C. A. Influência do envelhecimento acelerado no vigor de sementes de *Anadenanthera colubrina* (Vellozo) Brenan – Mimosaceae. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 85-90, 2004.
- GOEL, A.; GOEL, A. K.; SHEORAN, I. S. Changes in oxidative stress enzymes during artificial ageing in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) seeds. **Journal of Plant Physiology**, v. 160, p. 1093-1100, 2003.
- GONÇALVES, E. P. **Avaliação do potencial fisiológico de sementes de mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.) por diferentes testes de vigor**. 2003. 64 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Dados Meteorológicos**. 2010. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>>. Acesso em: 23 abr. 2010.
- JIANHUA, Z.; MCDONALD, M. B. The saturated salt accelerated aging test for small seeds crops. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 25, n. 1, p. 123-131, 1996.
- KRZYŻANOWSKI, F. C.; FRANÇANETO, J. B.; HENNING, A. A. Relato dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 1, n. 2, p. 15-50, 1991.
- LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes**. Washington: Secretaria Geral da OEA, 1983.
- LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M. E. B. On the germination of seeds of *Calotropis procera* (Ait) Ait. f. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 48, n. 2, p. 236-284, 1976.
- LEAL FILHO, N.; BORGES, E. E. L. Influência da temperatura e da luz na germinação de sementes de canudo de pito (*Mabea fistulifera* Mart.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 14, n. 1, p. 57-60, 1992.
- LINO, C. F.; SIMÕES, L. L. **Sustentável Mata Atlântica: a exploração de seus recursos florestais**. São Paulo: Senac, 2002. 215 p.
- LOPES, J. C. **Germinação de sementes de *Phaseolus vulgaris* L. após diversos períodos e condições de armazenamento**. 1990. 254 f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1990.
- LOPES, J. C.; LIMA, R. V.; MACEDO, C. M. P. Germinação e vigor de sementes de urucu. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 1, jan./mar. 2008.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 2. ed. Nova Odessa: Plantarum, 1998. v. 1, 352 p.

- MAGUIRRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.
- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Eds). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p. 133-150
- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 1-24.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.
- MARTINS, S, V. **Recuperação de matas ciliares**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2001.
- PONTES, C.A. et al. Influência da temperatura de armazenamento na qualidade das sementes de *Caesalpinia peltophoroides* benth. (sibipiruna) **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 30, n. 1, p. 43-48, 2006.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior; Ministério da Educação e Cultura, 1985. 289 p.
- RAVIKUMAR, R. et al. Seed viability and biochemical changes associated with accelerated ageing in *Dendrocalamus strictus* seeds. **Biologia Plantarum**, v. 45, n. 1, p. 153-156, 2002.
- ROBERTS, E. H. Loss of viability and crop yields. In: ROBERTS, E. H. (Ed.). **Viability of seeds**. London: Chapman and Hall, 1974. p. 307-320.
- SANTOS, S. R. G.; PAULA, R. C. Teste de envelhecimento acelerado para a avaliação do vigor de lotes de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs (branquilha) – Euphorbiaceae. **Revista Instituto Florestal**, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 1-12, jun. 2007.
- VALENTINI, S. R. T.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Aplicação do teste de vigor em sementes. **IF Série Registros**, São Paulo, n. 14, p. 75-84, 1995.
- VIEIRA, R. M.; LIMA, E. F.; BATISTA, F. A. S. Diagnósticos e perspectivas da mamoneira no Brasil. In: REUNIÃO TEMÁTICA MATÉRIAS-PRIMAS OLEAGINOSAS NO BRASIL – DIAGNÓSTICOS, PERSPECTIVAS E PRIORIDADES DE PESQUISA, 1997, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: EMBRAPA; CNPA; MAA; ABIOVE, 1997. p. 139-150.