

## QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE *Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC EM FUNÇÃO DO TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO<sup>1</sup>

PHYSIOLOGICAL QUALITY OF *Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC SEEDS DUE TO THE ACCELERATED AGING TEST

Carlos Eduardo Moraes<sup>2</sup> José Carlos Lopes<sup>3</sup> Carla Caroline Magalhães Farias<sup>4</sup> Khétrin Silva Maciel<sup>5</sup>

### RESUMO

*Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC é uma espécie da família Apocynaceae, nativa do Brasil, com característica invasora, possuindo potencial para uso em recuperação de áreas degradadas. O trabalho teve o objetivo de avaliar a influência dos métodos de envelhecimento acelerado sobre a qualidade fisiológica e germinação de sementes, utilizando-se o método tradicional e em solução de NaCl, empregando-se a metodologia de gerbox, formando minicâmaras de envelhecimento, em três temperaturas (41, 43 e 45°C) e cinco tempos de envelhecimento (0, 24, 48, 72 e 96 horas). As sementes, após o envelhecimento, foram colocadas para germinar em rolos de papel germitest, em quatro repetições de 25 sementes, em câmaras BOD a temperatura de 30°C, com fotoperíodo de 8 horas. O efeito da temperatura foi comparado pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade e o efeito do tempo de envelhecimento, pela análise de regressão. Após 35 dias, foram avaliados percentual, índice de velocidade, tempo médio e frequência da germinação, bem como comprimento de raiz e parte aérea, massa seca de plântulas e percentual de plântulas normais. Observou-se que o método alternativo de envelhecimento com solução de NaCl teve pouca influência na qualidade das sementes, não sendo indicado para testes de vigor para a espécie. O método tradicional, na temperatura de 45°C em período de envelhecimento de 96 horas, promoveu queda na germinação e pode ser utilizado para testar o vigor de sementes de leiteira.

**Palavras-chave:** leiteira; vigor; qualidade fisiológica; semente florestal.

### ABSTRACT

*Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC is a species of the Apocynaceae family, native of Brasil, with aggressive characteristic, having potential for use in restoration of degraded areas. The work aimed to evaluate the influence os methods of accelerated aging on the physiological quality and germination of seeds, using the traditional method and in NaCl solution, employing the methodology of gerbox, forming mini-chambers of aging at three temperatures (41, 43 and 45 °C) and five aging times (0, 24, 48, 72 and 96 hours). The seeds, after aging, were germinated in rolls of germitest paper, in four replicates of 25 seeds, in BOD chambers at 30 °C with a photoperiod of 8 hours. The effect of temperature was evaluated by Tukey test, at 5% probability, while the effect of aging time by regression analysis. After 35 days, we assessed

1 Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor

2 Engenheiro Florestal, Mestrando do Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Av. Governador Lindemberg, s/n, CEP 29550-000, Jerônimo Monteiro (ES), Brasil. carlosmoraes.engeflor@yahoo.com.br

3 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

4 Engenheira Florestal, Mestranda do Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Av. Governador Lindemberg, s/n, CEP 29550-000, Jerônimo Monteiro (ES), Brasil. carla\_caroline\_mf@hotmail.com

5 Engenheira Agrônoma, Mestranda do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alto Universitário, s/n, Caixa Postal 16, CEP 29500-00, Alegre (ES), Brasil. khetrinmaciel@gmail.com

the percentage, germination speed index, mean time and frequency of germination; root length and aerial part length, dry matter of seedlings and percentage of normal seedlings. It was observed that the alternative method of aging with a NaCl solution have a little influence in seed quality, may not be suitable for testing the seed vigor of that specie. The traditional method, in the temperature of 45 °C in 96 hours of aging period provided decrease in germination and can be used to test the seed vigor.

**Keywords:** leiteira; vigor; physiological quality; forest seed.

## INTRODUÇÃO

Popularmente conhecida como leiteira ou leiteiro, *Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC, pertencente à família Apocynaceae, é uma espécie de grande distribuição no território nacional, abrangendo os estados da região Sudeste, além de Bahia e Mato Grosso do Sul (OLIVEIRA-FILHO et al., 2008). Com grande capacidade invasora, possui potencial uso em programas de recuperação de áreas degradadas, devido à intensa regeneração espontânea em formações vegetais abertas (LORENZI, 2010). Além desse grande potencial, estudos de espécies do gênero estão sendo realizados, devido às suas propriedades medicinais, antimicrobianas e bactericidas (SUFFREDINI et al., 2002; GONÇALVES et al., 2011).

Para avaliação da qualidade fisiológica de sementes utilizam-se testes de germinação e vigor. Destes, o teste de envelhecimento acelerado é um dos métodos mais sensíveis e eficientes para a avaliação do vigor, em diversas espécies (MARCOS-FILHO, 2005). É um método indireto de avaliação, que simula condições de estresse, gerando alta taxa de respiração e consumo das reservas, acelerando os processos metabólicos que levam à deterioração. O princípio do teste é submeter as sementes a altas temperaturas, em condições de umidade relativa alta, por períodos variáveis, em seguida submetendo-as ao teste de germinação (DELOUCHE e BASKIN, 1973; PIÑA-RODRIGUES et al., 2004).

A avaliação de vigor permite detectar possíveis diferenças na qualidade fisiológica de lotes de sementes que apresentem capacidade germinativa similar, porém, podendo apresentar comportamento diferente em condições de campo ou ao longo do armazenamento (FLÁVIO e PAULA, 2010). De modo geral, as sementes mais vigorosas possuem capacidade de produzir plântulas normais, apresentando germinação mais rápida e elevada após serem submetidas ao teste de envelhecimento acelerado, ao contrário daquelas com baixo vigor, que demonstram baixa viabilidade (GARCIA et al.,

2004).

No caso de espécies florestais, o envelhecimento acelerado foi empregado em sementes de *Anadenanthera colubrina* (GARCIA et al., 2004), *Caesalpinia peltophoroides* (PONTES et al., 2006), *Sebastiania commersoniana* (SANTOS e PAULA, 2007), *Anadenanthera peregrina* (PINHO et al., 2010), *Myracrodruon urundeuva* (CALDEIRA e PEREZ, 2010), *Melanoxylon brauna* (CORTE et al., 2010), *Schinus terebinthifolius* (PACHECO et al., 2011), e *Handroanthus albus* (SHIBATA et al., 2012). No entanto, de modo geral, ainda é pequeno o número de trabalhos utilizando testes de envelhecimento acelerado para avaliação de vigor em sementes de espécies florestais nativas.

O presente estudo objetivou avaliar a influência dos métodos de envelhecimento acelerado, convencional e com solução salina, sobre a qualidade fisiológica e germinação de sementes de leiteira.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes (LAS) no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES) em Alegre - ES, em duas etapas, de acordo com a metodologia empregada para o envelhecimento acelerado, segundo o método tradicional e utilizando solução salina.

O método tradicional de envelhecimento acelerado das sementes foi conduzido de acordo com a metodologia proposta por Delouche e Baskin (1973), adaptada por Marcos-Filho (1999), acondicionando-se as sementes em caixas de plástico tipo gerbox, formando minicâmaras úmidas, contendo em seu interior uma tela metálica acoplada e uma tela de nylon sobreposta para dar suporte às sementes. Dentro das caixas foram colocados 40 mL de água destilada, sendo por fim tampadas e mantidas no interior de câmaras de envelhecimento, em temperaturas de 41, 43 e 45°C, por um período de 0, 24, 48, 72 e 96 horas.

De maneira similar, foi realizado o teste de envelhecimento utilizando-se, em vez de água destilada, uma solução salina no interior das câmaras úmidas, composta de cloreto de sódio, na proporção de 40 g de NaCl para 100 mL de água destilada, ajustando a umidade relativa para 76%, conforme metodologia proposta por Jianhua e McDonald (1996).

Em ambos os testes, foram colocadas 130 sementes por câmara, sendo cada câmara considerada um tratamento (temperatura e tempo de envelhecimento). Decorrido cada período de envelhecimento, foram separadas duas repetições de 15 sementes para a avaliação quanto ao teor de água (%), pelo método de estufa a  $105 \pm 3^\circ\text{C}$  por 24 horas (BRASIL, 2009). As sementes foram tratadas com solução de hipoclorito de sódio (NaClO) a 2,5% por 5 minutos (BRASIL, 2013) e colocadas para germinar em rolo de papel germitest, umedecido com água destilada, mantidas em câmaras de incubação tipo BOD, em temperatura de  $30^\circ\text{C}$ , com fotoperíodo de oito horas.

As observações foram realizadas diariamente, após a instalação do teste, para avaliação do índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG) e frequência relativa de germinação (Fr).

O índice de velocidade de germinação foi calculado de acordo com Maguire (1962), utilizando-se a fórmula:

$$IVG = \sum_{i=1}^n \left( \frac{N_i}{D_i} \right)$$

Em que: IVG = índice de velocidade de germinação;  $N_1, N_2 \dots N_i$  = número de sementes germinadas na primeira contagem, segunda contagem ... i-ésima contagem, respectivamente;  $D_1, D_2 \dots D_i$  = número de dias na primeira contagem, segunda contagem ... i-ésima contagem, respectivamente.

O tempo médio de germinação foi calculado pela equação proposta por Labouriau (1983):

$$TMG = \frac{\sum_{i=1}^k n_i t_i}{\sum_{i=1}^k n_i}$$

Em que: TMG = tempo médio de germinação; k = último tempo de germinação das sementes;  $n_i$  = número de sementes germinadas no tempo  $t_i$  (não o número acumulado, mas aquele

referido para a i-ésima observação);  $t_i$  = tempo entre o início do experimento e a i-ésima observação (em dias).

A frequência relativa da germinação foi calculada a partir dos dados de germinação diária, em função do tempo (LABOURIAU e VALADARES, 1976), pela fórmula:

$$Fr = \frac{n_i}{\sum_{i=1}^k n_i}$$

Em que: k = último tempo de germinação das sementes;  $n_i$  = número de sementes germinadas no tempo  $t_i$  (não o número acumulado, mas aquele referido para a i-ésima observação).

Após 35 dias da semeadura foi calculado o percentual de germinação (G - %), com base na protrusão da raiz primária, as plântulas normais (PN - %) foram quantificadas e avaliadas quanto ao comprimento da parte aérea (CPA) e da raiz (CR), e massa seca das plântulas (MSP). Para obtenção da massa seca, as plântulas foram colocadas em sacos de papel tipo *kraft* e submetidas à secagem em estufa de circulação de ar forçada, com temperatura ajustada para  $70^\circ\text{C}$ , durante 72 horas e, posteriormente, pesadas em balança analítica (0,0001 g) e os resultados expressos em g plântula<sup>-1</sup>.

O teste de envelhecimento acelerado, convencional e com solução salina, foi conduzido em parcelas subdivididas, em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), sendo as temperaturas consideradas as parcelas e os tempos de permanência nas câmaras de envelhecimento as subparcelas, sendo três temperaturas e cinco tempos de permanência nas câmaras, para cada metodologia de envelhecimento. Foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes para os testes de germinação pós-envelhecimento.

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de resíduos e à análise de variância, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade. Os dados de tempo médio de germinação, por não apresentarem uma distribuição normal, foram submetidos à transformação logarítmica (logaritmo natural). Para o efeito do tempo de envelhecimento sobre a germinação, os dados foram submetidos à análise de regressão. Foi utilizado o programa estatístico R (R CORE TEAM, 2013) para a realização das análises, empregando-se o pacote ExpDes (FERREIRA et al., 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de água das sementes, para cada tempo de envelhecimento (convencional e com solução salina), evidencia que houve um aumento na umidade das sementes pelo método convencional, enquanto o método de envelhecimento em solução salina provocou leve queda no teor de água, mantendo-se por todos os períodos de envelhecimento com pouca alteração (Tabela 1). Dessa forma, é possível verificar que a utilização de solução de NaCl não apenas proporcionou a redução na absorção de água pelas sementes, conforme proposto por Jianhua e McDonald (1996) com o método de envelhecimento usando a solução salina, como também reduziu o teor de água inicial das sementes. Fato que pode ser atribuído à diferença de potencial osmótico entre a solução e a semente, o que pode exercer efeito negativo na germinação. O teor de água inicial das sementes respeitou o sugerido por Marcos Filho (1999), que recomenda que as sementes apresentem 11 a 13% de água ao serem submetidas ao teste, pois esses limites incluem os graus de umidade predominantes durante o processamento e armazenamento de sementes, facilitando a comparação entre resultados com outros testes.

A redução no teor de água das sementes restringiu o ataque de fungos, que foi verificado com maior incidência nos tratamentos de envelhecimento tradicional. Isso é ocasionado pela restrição hídrica da umidade relativa do ambiente, que não favorece a proliferação de microrganismos (TORRES e BEZERRA-NETO, 2009), sendo uma das vantagens da utilização do método de envelhecimento

acelerado com solução de NaCl em comparação ao método tradicional. Garcia et al. (2004) e Caldeira e Perez (2010) citam a incidência de fungos como um problema encontrado no envelhecimento acelerado, que foi observado em sementes de *Anadenanthera colubrina* e *Myracrodruon urundeuva*.

O desdobramento da interação entre as três temperaturas e os cinco tempos de permanência nas câmaras de envelhecimento demonstra que houve diferença significativa entre a maioria das características avaliadas, especialmente para o método convencional de envelhecimento acelerado. Com relação ao percentual, índice de velocidade e tempo médio de germinação, para o método convencional de envelhecimento, o efeito da temperatura foi significativo para as três características, enquanto para o método de envelhecimento utilizando-se solução de NaCl, só houve efeito significativo da temperatura para o índice de velocidade de germinação.

No método convencional, a germinação manteve-se com poucas alterações em função da temperatura de envelhecimento, apresentando queda apenas para a temperatura de 45°C, no tempo de 96 horas de envelhecimento. Resultado similar foi observado por Flávio e Paula (2010) com sementes de *Dictyoloma vandellianu*. Já para o método de envelhecimento em solução de NaCl, por promover pouca absorção de água pela semente, a queda no percentual de germinação das sementes envelhecidas foi reduzida e o efeito do tratamento não foi significativo para essa característica. Com o aumento da temperatura, assim como um maior tempo de permanência em condições de envelhecimento, a germinação tende a ser afetada

TABELA 1: Teor de água (%) das sementes de *Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC, submetidas ao teste de envelhecimento acelerado convencional (EA) e envelhecimento em solução salina (EASS), a 41, 43 e 45°C, por 0, 24, 48, 72 e 96 horas. Alegre - ES, 2013.

TABLE 1: Water content (%) of *Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC seeds, subjected to conventional accelerated aging test (EA) and aging in saline solution (EASS) at 41, 43 and 45 °C, for 0, 24, 48, 72 and 96 hours. Alegre, ES, 2013.

Tempo (h)	EA			EASS		
	Temperatura (°C)					
	41	43	45	41	43	45
0	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7
24	19,3	20,5	14,7	8,6	8,3	8,2
48	23,2	25,1	23,2	8,5	8,3	8,1
72	27,2	26,8	25,6	8,6	8,2	8,0
96	25,1	28,0	25,2	8,6	8,0	7,7

TABELA 2: Germinação (%), índice de velocidade de germinação e tempo médio de germinação das sementes de *Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC, submetidas ao teste de envelhecimento acelerado convencional (EA) e envelhecimento em solução salina (EASS), a 41, 43 e 45 °C, por 0, 24, 48, 72 e 96 horas. Alegre, ES, 2013.

TABLE 2: Germination (%), germination speed index and mean germination time of *Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC seeds, subjected to conventional accelerated aging test (EA) and aging in saline solution (EASS) at 41, 43 and 45 °C, for 0, 24, 48, 72 and 96 hours. Alegre, ES, 2013.

EA								
T (°C)	Tempo (h)					Equação	R <sup>2</sup>	
	0	24	48	72	96			
G	41	57 a	63 a	57 a	56 a	54 a	-	-
	43	57 a	60 a	59 a	63 a	50 a	-	-
	45	57 a	62 a	57 a	67 a	21 b	$Y = 53,771 + 0,757x - 0,011x^2$	0,74
IVG	41	1,6233 a	1,4183 a	1,4600 a	1,3860 b	1,4086 a	-	-
	43	1,6233 a	1,6423 a	1,6936 a	1,7689 a	1,3814 a	-	-
	45	1,6233 a	1,9624 a	1,7222 a	1,9694 a	0,5565 b	$Y = 1,561 + 0,027x - 0,0004x^2$	0,81
TMG	41	9,25 a	12,50 c	10,25 a	10,75 b	9,75 a	$Y = 2,274 + 0,006x - 0,0001x^2$	0,41
	43	9,25 a	10,25 b	9,75 a	9,50 ab	10,00 a	-	-
	45	9,25 a	8,25 a	9,00 a	8,75 a	10,75 a	$Y = 2,216 - 0,005x + 0,0001x^2$	0,83
EASS								
T (°C)	Tempo (h)					Equação	R <sup>2</sup>	
	0	24	48	72	96			
G <sup>ns</sup>	41	57	32	51	44	41	-	-
	43	57	51	51	34	37	-	-
	45	57	51	46	39	34	-	-
IVG	41	1,6233 a	0,6701 b	1,1648 a	0,9233 a	0,9207 a	$Y = 1,457 - 0,019x + 0,0001x^2$	0,44
	43	1,6233 a	1,2565 a	1,2200 a	0,8031 a	0,7241 a	$Y = 1,576 - 0,0094x$	0,94
	45	1,6233 a	1,3548 a	1,2196 a	0,9412 a	0,7227 a	$Y = 1,615 - 0,0092x$	0,99
TMG <sup>ns</sup>	41	9,25	14,75	12,00	13,25	12,50	-	-
	43	9,25	11,75	11,50	12,25	15,00	-	-
	45	9,25	10,50	10,25	10,75	12,75	-	-

Em que: T = temperatura, G = germinação, IVG = índice de velocidade de germinação, TMG = tempo médio de germinação, ns = não significativo. As médias de uma mesma característica, seguidas de mesma letra minúscula nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

negativamente, pois o aumento de temperatura causa maior estresse nas sementes (FLÁVIO e PAULA, 2010).

O envelhecimento gera uma série de reações oxidativas, gerando a peroxidação de lipídios e a peroxidação não enzimática, danificando membranas, ocasionando a perda de reservas e a degradação de metabólitos essenciais para a germinação, promovendo a perda da viabilidade e a deterioração das sementes (RAVIKUMAR et al., 2002; GOEL et al., 2003). De toda forma, essa queda na germinação foi pouco observada durante a aplicação do teste em sementes de leiteira, e apenas nas condições de envelhecimento tradicional, o que demonstra certa resistência das sementes às condições de estresse ocasionadas pelo

teste empregado, sugerindo que talvez a utilização de temperatura mais elevada, ou maior tempo de permanência nas câmaras de envelhecimento, possam promover a queda mais acentuada no percentual de germinação e na viabilidade das sementes.

O efeito do tempo de envelhecimento foi significativo apenas na temperatura de 45°C, para a germinação e IVG e na temperatura de 41 e 45°C para o TMG, no método convencional, enquanto para o método de envelhecimento com solução salina esse efeito foi significativo apenas para a o IVG, nas três temperaturas (Tabela 2).

A escolha do método de envelhecimento acelerado para uma espécie deve levar em consideração a temperatura e o tempo de

envelhecimento que consigam promover uma queda na germinação e vigor, sem comprometer drasticamente a viabilidade do lote (FLÁVIO e PAULA, 2010). Para a leiteira, dentro das condições testadas, essa situação foi observada com o uso do método convencional, na temperatura de 45°C em tempo de envelhecimento de 96 horas. Esse método, com essa temperatura e período de envelhecimento, pode ser utilizado para testar o vigor de lotes de sementes dessa espécie. A temperatura de 45°C, segundo Caldeira e Perez (2010), tem sido bastante empregada para o envelhecimento de sementes de espécies florestais.

Para as variáveis, comprimento de raiz, comprimento de parte aérea e massa seca de plântulas, o efeito dos tratamentos foi similar

para os dois métodos de envelhecimento (Tabela 3). Para o comprimento de raiz, houve interação entre os tempos e temperaturas empregados, sendo possível observar que a temperatura de 45°C promoveu maior crescimento de raiz, tanto no método tradicional quanto em solução salina. Para o comprimento de parte aérea, em ambos os métodos, o efeito dos tratamentos não foi significativo. Para a massa seca de plântulas, houve efeito da temperatura de envelhecimento sobre a qualidade fisiológica das sementes, já que a massa seca é uma variável que quantifica o vigor das sementes, sendo aquelas plântulas que apresentam maior massa seca consideradas com maior vigor (GAMA et al., 2010). Dessa forma, é possível constatar que houve queda no vigor conforme foi aumentada a temperatura e

TABELA 3: Comprimento de raiz e de parte aérea (cm) e massa seca (g plântula<sup>-1</sup>) de plântulas de *Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC, provenientes de sementes submetidas ao teste de envelhecimento acelerado convencional (EA) e envelhecimento em solução salina (EASS), a 41, 43 e 45°C, por 0, 24, 48, 72 e 96 horas. Alegre - ES, 2013.

TABLE 3: Root and aerial part length (cm) and dry matter (g seedling<sup>-1</sup>) of *Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC seedlings, of seeds subjected to conventional accelerated aging test (EA) and aging in saline solution (EASS) at 41, 43 and 45 °C, for 0, 24, 48, 72 and 96 hours. Alegre, ES, 2013.

		EA						
T (°C)		Tempo (h)					Equação	R <sup>2</sup>
		0	24	48	72	96		
CR	41	5,4 a	2,9 a	3,1 a	2,8 b	2,3 b	Y = 5,025 - 0,068x + 0,0004x <sup>2</sup>	0,84
	43	5,4 a	3,7 a	3,8 ab	3,7 ab	3,5 a	Y = 5,124 - 0,047x + 0,0003x <sup>2</sup>	0,81
	45	5,4 a	5,3 a	4,6 a	4,4 a	3,9 a	Y = 5,475 - 0,0160x	0,95
CPA <sub>ns</sub>	41	5,1	4,3	4,5	4,5	4,2	-	-
	43	5,1	5,0	4,8	4,7	4,5	-	-
	45	5,1	5,1	5,1	5,0	4,5	-	-
MSP	41	0,0234 a	0,0300 a	0,0245 a	0,0290 a	0,0265 a	-	-
	43	0,0234 a	0,0235 b	0,0227 a	0,0235 b	0,0216 b	-	-
	45	0,0234 a	0,0219 b	0,0223 a	0,0205 b	0,0208 b	-	-
		EASS						
T (°C)		Tempo (h)					Equação	R <sup>2</sup>
		0	24	48	72	96		
CR	41	5,4 a	3,2 b	3,1 b	2,7 b	3,5 ab	Y = 5,210 - 0,084x + 0,0007x <sup>2</sup>	0,93
	43	5,4 a	3,3 b	3,6 b	2,4 b	2,9 b	Y = 4,665 - 0,0244x	0,68
	45	5,4 a	4,7 a	4,9 a	4,7 a	4,1 a	Y = 5,255 - 0,0103a	0,75
CPA <sub>ns</sub>	41	5,1	4,3	4,1	4,0	4,3	-	-
	43	5,1	5,1	5,0	4,5	4,7	-	-
	45	5,1	5,6	5,3	5,3	4,7	-	-
MSP	41	0,0234 a	0,0318 a	0,0308 a	0,0275 ab	0,0317 a	-	-
	43	0,0234 a	0,0248 b	0,0275 ab	0,0296 a	0,0248 b	-	-
	45	0,0234 a	0,0232 b	0,0241 b	0,0233 b	0,0244 b	-	-

Em que: T = temperatura, CR = comprimento de raiz, CPA = comprimento de parte aérea, MSP = massa seca de plântula, ns = não significativo. As médias de uma mesma característica, seguidas de mesma letra minúscula nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

tempo de envelhecimento, sendo a temperatura de 41°C a que se manteve com maior massa seca de plântulas.

A interação entre as temperaturas e os tempos de envelhecimento não foi significativa para a porcentagem de plântulas normais em todos os tratamentos (Tabela 4). Isso sugere que não ocorreu efeito direto das temperaturas nem dos períodos de envelhecimento na formação das plântulas normais para a leiteira, diferentemente do comumente

observado para os testes de envelhecimento, nos quais um maior tempo de envelhecimento ocasiona a formação de maior percentual de plântulas anormais, conforme observado por Garcia et al. (2004) com sementes envelhecidas de *Anadenanthera colubrina*, Caldeira e Perez (2010) com sementes de *Myracrodruon urundeuva* e Pinho et al. (2010) com sementes de *Anadenanthera peregrina*.

A germinação das sementes submetidas aos tratamentos de envelhecimento acelerado pode ser

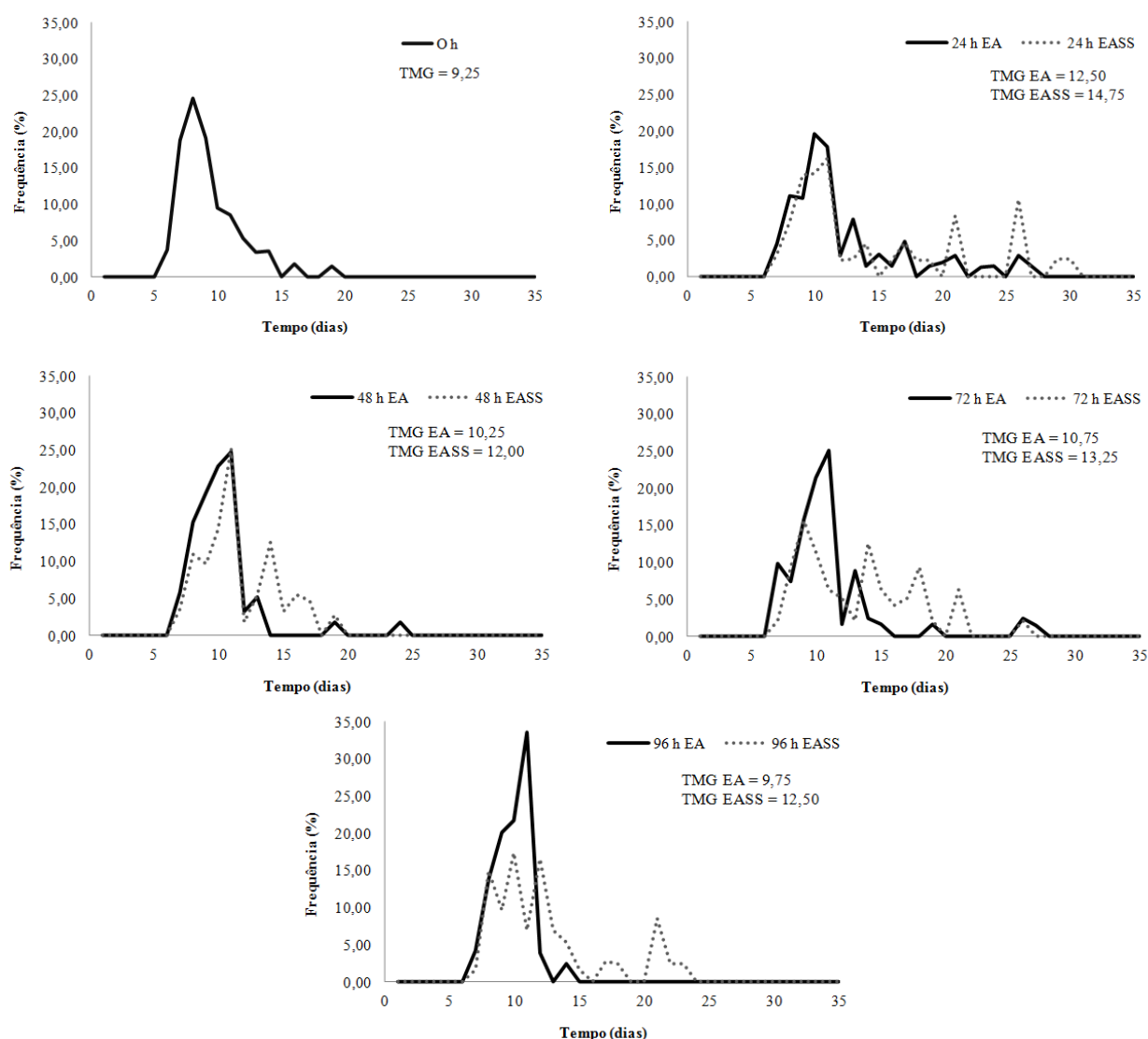


FIGURA 1: Frequência relativa de germinação (%) de sementes de *Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC submetidas ao teste de envelhecimento acelerado convencional (EA) e envelhecimento em solução salina (EASS), a 41°C, por 0, 24, 48, 72 e 96 horas. Alegre - ES, 2013. Em que: TMG = tempo médio de germinação.

FIGURE 1: Relative frequency of germination (%) of *Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC seeds, subjected to conventional accelerated aging test (EA) and aging in saline solution (EASS) at 41 °C, for 0, 24, 48, 72 and 96 hours. Alegre, ES, 2013. TMG = mean germination time.

analisada quanto à sua distribuição no tempo por meio da frequência relativa de germinação (Figuras 1, 2 e 3). Sem o envelhecimento (0 hora) há uma concentração da germinação entre o quinto e o décimo quinto dias após a sementeira, enquanto a partir da aplicação dos tratamentos essa distribuição é alterada.

A germinação foi distribuída de forma desuniforme, apresentando mais de um pico,

caracterizando um comportamento polimodal. Essa desuniformidade da germinação pode ser uma estratégia de ocupação da espécie, pois permite a emergência em tempos diferentes, diminuindo a competição entre as plântulas, submetendo-se a condições ambientais diferenciadas e reduzindo a herbivoria (MATHEUS e LOPES, 2009). Essa distribuição polimodal, com presença de vários picos de germinação ao longo do período em que

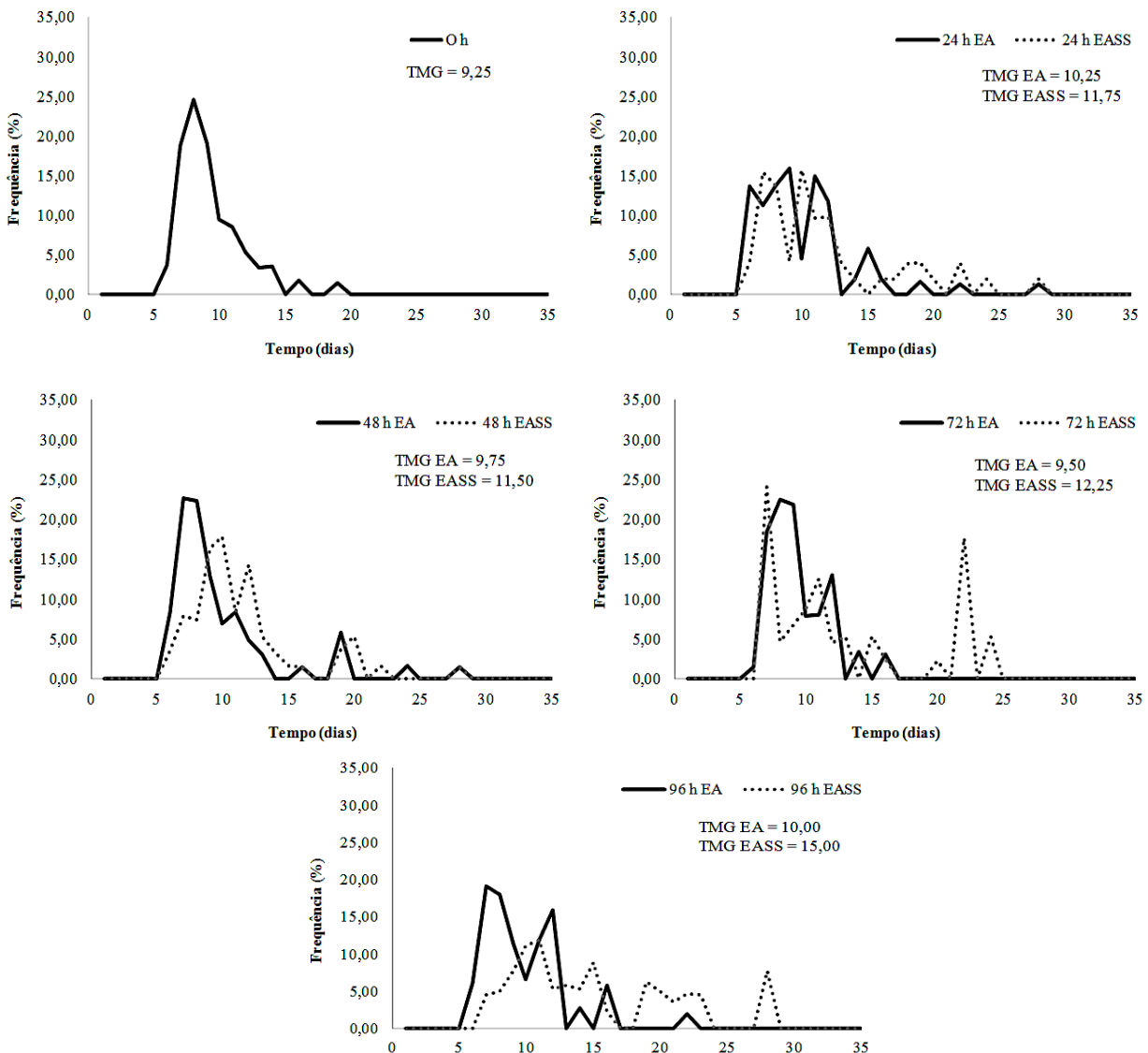


FIGURA 2: Frequência relativa de germinação (%) de sementes de *Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC submetidas ao teste de envelhecimento acelerado convencional (EA) e envelhecimento em solução salina (EASS), a 43°C, por 0, 24, 48, 72 e 96 horas. Alegre - ES, 2013. Em que: TMG = tempo médio de germinação.

FIGURE 2: Relative frequency of germination (%) of *Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC seeds, subjected to conventional accelerated aging test (EA) and aging in saline solution (EASS) at 43 °C, for 0, 24, 48, 72 and 96 hours. Alegre, ES, 2013. TMG = mean germination time.



o teste foi realizado, foi observada em menor proporção antes do envelhecimento (0 hora), porém, sugere tratar-se de uma característica da espécie, já que pode ser observada em todos os tratamentos.

A variedade na distribuição da germinação observada, em ambos os testes demonstra que há

indícios de desuniformidade morfofisiológica nas sementes, o que gerou a assincronia da germinação. O mesmo foi observado por Dorneles et al. (2013), analisando a frequência de germinação e emergência de *Anadenanthera colubrina*.

Com a aplicação do teste houve uma

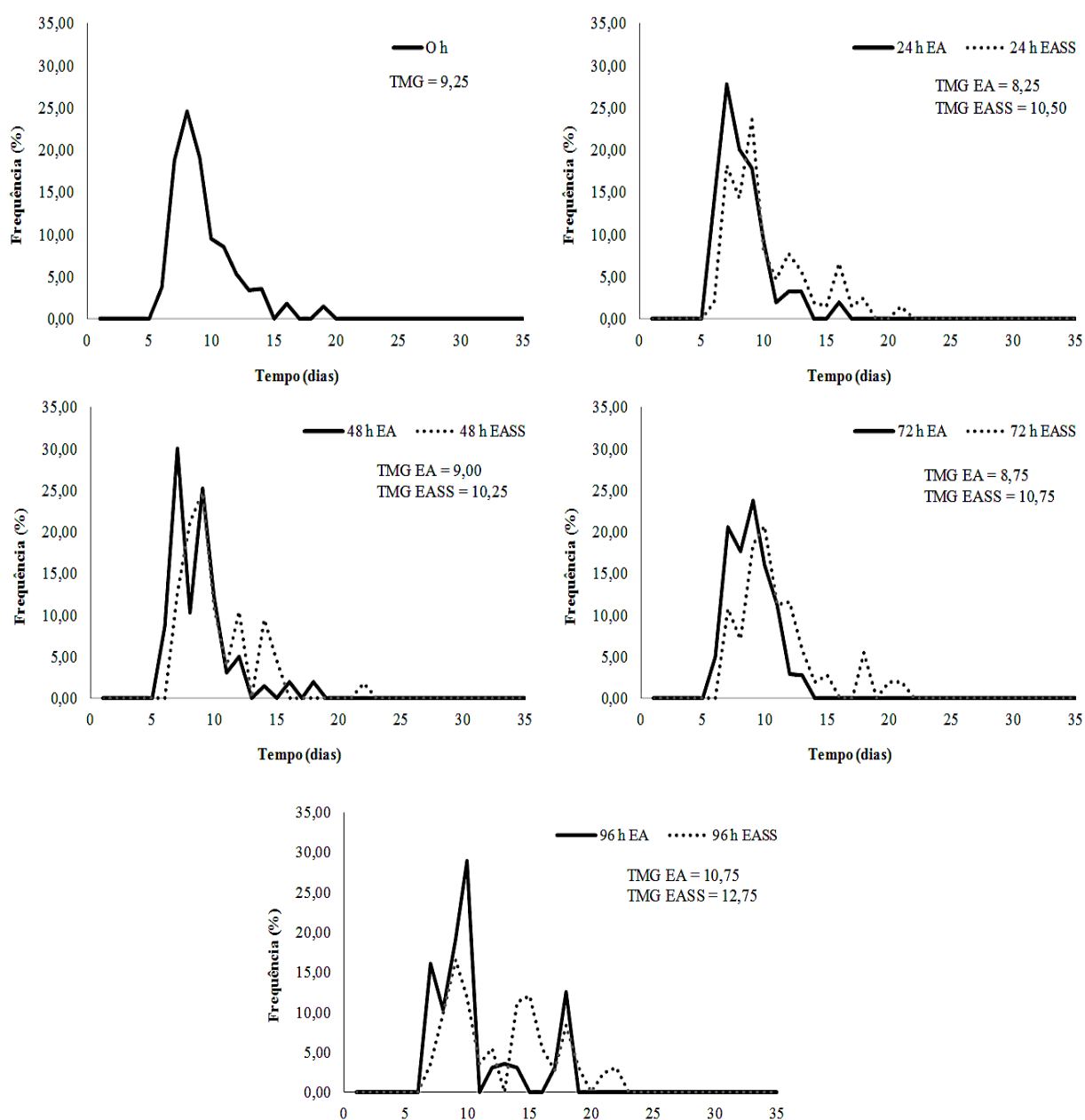


FIGURA 3: Frequência relativa de germinação (%) de sementes de *Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC submetidas ao teste de envelhecimento acelerado convencional (EA) e envelhecimento em solução salina (EASS), a 45°C, por 0, 24, 48, 72 e 96 horas. Alegre, ES, 2013. Em que: TMG = tempo médio de germinação.

FIGURE 3: Relative frequency of germination (%) of *Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC seeds, subjected to conventional accelerated aging test (EA) and aging in saline solution (EASS) at 45 °C, for 0, 24, 48, 72 and 96 hours. Alegre, ES, 2013. TMG = mean germination time.

distribuição acentuadamente mais dispersa da germinação ao longo do tempo, mesmo quando o tempo médio da germinação não apresentou variação, o que mostra que apesar do TMG não diferir para o método com solução de NaCl, houve uma alteração na distribuição da germinação aparentemente ocasionada pelo envelhecimento acelerado.

## CONCLUSÕES

Os métodos de envelhecimento acelerado afetam a qualidade fisiológica das sementes, com decréscimo de potencial germinativo nas maiores temperaturas e tempos.

O método tradicional de envelhecimento é indicado para avaliação do vigor de sementes de *Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC, na temperatura de 45°C e 96 horas de envelhecimento.

O envelhecimento acelerado com solução salina de NaCl não é eficiente para avaliar o vigor de sementes de *Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC.

## AGRADECIMENTOS

À CAPES e ao CNPq pela concessão de bolsas de estudo e de produtividade ao primeiro e segundo autores, respectivamente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para análise de sementes de espécies florestais**. Brasília: Secretaria de Defesa Agropecuária. Coordenação Geral de Apoio Laboratorial, 2013. 97 p.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Coordenação de Laboratório Vegetal. Departamento Nacional de Defesa Vegetal, 2009. 399 p.
- CALDEIRA, S. F.; PEREZ, S. C. J. G. de A. Envelhecimento acelerado como teste de vigor para diásporos de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. Allem). **Revista Árvore**. Viçosa, v. 34, n. 2, p. 215-221, 2010.
- CORTE, V. B. et al. Alterations in the lipid and soluble sugar content of *Melanoxylon brauna* seeds during natural and accelerated ageing. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 152-162, 2010.
- DELOUCHE, J. C.; BASKIN, C. C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seeds lots. **Seed Science and Technology**. Zurich, v. 1, n. 2, p. 427-452, 1973.
- DORNELES, M. C.; RANAL, M. A.; SANTANA, D. G. de. Germinação de sementes e emergência de plântulas de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan var. *cebil* (Griseb.) Altschut, Fabaceae, estabelecida em fragmentos florestais do cerrado, MG. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 3, p. 291-304, jul.-set., 2013.
- FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. Experimental designs: um pacote r para análise de experimentos. **Revista da Estatística da Universidade Federal de Ouro Preto**, Ouro Preto, v. 1, n. 1, p.1-9, 2011.
- FLAVIO, J. J. P.; PAULA, R. C. Testes de envelhecimento acelerado e de condutividade elétrica em sementes de *Dictyoloma vandellianum* A. Juss. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 87, p. 391-399, set. 2010.
- GAMA, J. S. N. et al. Temperaturas e substratos para germinação e vigor de sementes de *Euterpe oleracea* Mart. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 4, p. 664-670, out./dez., 2010.
- 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**, Cambridge, v. 160, p. 1093-1100, 2003.
- GONÇALVES, D. M. et al. Avaliação da atividade antimicrobiana *in vitro* do extrato de *Tabernaemontana catharinensis* A. DC. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 13, n. 2, p. 197-202, 2011.
- JIANHUA, Z.; MCDONALD, M. B. The saturated salt accelerated aging test for small seeds crops. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 25, n. 1, p. 123-131, 1996.
- LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes**, Washington: OEA, 1983. 174 p.
- LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M. E. B. On the germination of seeds *Calotropis procera* (Ait.) Ait.f. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.48, n.2, p.263-284, 1976.
- LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do**

- Brasil, v. 1. 5 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2010. 384 p.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination - aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, p. 176-177, 1962.
- MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**, v. 12. Piracicaba: FEALQ, 2005, 495 p.
- MARCOS-FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap. 3, p. 1-24.
- MATHEUS, M. T.; LOPES, J. C. Temperaturas cardinais para a germinação de sementes de *Erythrina variegata* L. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 115-122, 2009.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T. de et al. Espécies de ocorrência do domínio atlântico e do cerrado. In: OLIVEIRA-FILHO, A. T. de; SCOLFORO, J. R. (Ed.). **Inventário florestal de Minas Gerais: espécies arbóreas da flora nativa**. Lavras: Editora UFLA, 2008, 619 p.
- PACHECO, M. V. et al. Physiological quality evaluation of the *Radii Schinus terebinthifolius* seeds. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n. 4, p. 762-767, 2011.
- PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B.; PEIXOTO, M. C. Teste de qualidade. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Org.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. cap. 18, p. 283-297.
- PINHO, D. S.; BORGES, E. E. de L. e; PONTES, C. A. Avaliação da viabilidade e vigor de sementes de *Anadenanthera peregrina* (L.) Speng. submetidas ao envelhecimento acelerado e ao osmocondicionamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 3; p. 425-434, 2010.
- PONTES, C. A. et al. Influência da temperatura de armazenamento na qualidade das sementes de *Caesalpinia peltophoroides* benth. (sibipiruna). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 43-48, 2006.
- R CORE TEAM. **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria, 2013. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>.
- RAVIKUMAR, R. et al. Seed viability and biochemical changes associated with accelerated ageing in *Dendrocalamus strictus* seeds. **Biologia Plantarum**, Prague, v. 45, n. 1, p.153-156, 2002.
- SANTOS, S. R. G.; PAULA, R. C. Teste de envelhecimento acelerado para a avaliação de vigor de lotes de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs (branquilho) - Euphorbiaceae. **Revista Instituto Florestal**, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 1-12, jun., 2007.
- SHIBATA, M. et al. Accelerated aging of ipê seeds under controlled conditions of storage. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 247-254, 2012.
- SUFFREDINI, I. B. et al. Antibacterial activity of Apocynaceae extracts and MIC of *Tabernaemontana angulata* stem organic extract. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 38, n. 1, jan./mar., 2002.
- TORRES, S. B.; BEZERRA-NETO, F. Teste de envelhecimento acelerado para avaliação do potencial fisiológico de sementes de urucum. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, p. 55-58, n. 1, jan./mar., 2009.