

# Envelhecimento acelerado em sementes de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden classificadas por tamanho

## Seed ageing of *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden classified by size

João Nakagawa  
Edson Seizo Mori  
Weber Antonio Neves do Amaral  
Eduardo José de Mello

---

**RESUMO:** Dois experimentos foram conduzidos em condições de laboratório para avaliar o efeito do envelhecimento acelerado em sementes de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. No primeiro experimento foram empregados dois lotes de sementes, classificados por peneiras em dois tamanhos,  $< 0,84$  a  $\geq 0,71$  mm e  $< 0,71$  a  $\geq 0,59$  mm, submetidos às condições de estresse a 42°C, umidade relativa 100%, por períodos de 0 (testemunha), 8, 12, 24 e 32h. O teste de germinação foi realizado logo após a retirada das sementes dessas condições de envelhecimento. Os resultados mostraram que o período de estresse foi insuficiente para ocasionar o envelhecimento acelerado. No segundo experimento, trabalhou-se com o lote de melhor qualidade, classificado nos dois tamanhos, sendo as sementes submetidas às mesmas condições de estresse por período de 0, 48, 72 e 96h. O teste de germinação foi realizado logo após a retirada das sementes do estresse e com 2 semanas e 26 meses de armazenamento em câmara seca. Pode-se concluir que as sementes dos dois tamanhos, submetidas por 72h às condições de envelhecimento estudadas atingiram 30% de teor de água e apresentaram perda significativa da germinação em relação às não envelhecidas, tanto para as testadas úmidas como para as armazenadas em câmara seca, por 2 semanas ou 26 meses.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Eucalyptus grandis*, Envelhecimento acelerado, Armazenamento, Tamanho de sementes

**ABSTRACT:** Two experiments of seed ageing of *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden were carried out at laboratory conditions. In the first experiment, two seed lots were classified in two square mesh screens ( $< 0.84$  to  $\geq 0.71$  mm and  $< 0.71$  mm to  $\geq 0.59$  mm), submitted to 42°C and 100% relative humidity, for 0, 8, 12, 24, and 32 hours of stress treatments. Seed germination tests were done with just aged seeds. The results showed that the stress period was not sufficient for ageing the seeds. In the second experiment, the best quality seed lot was separated in the same two sizes. The seeds were submitted under the same stress conditions of the first experiment but for 0, 48, 72, and 96 hours. The germination test was done right after the seeds were taken from the stress conditions, and with stored seeds at dry chamber (2 weeks and 26 months). It was concluded that both seed sizes reached 30% of moisture content under 72 hours of ageing conditions and showed significant germination losses when compared with seeds without ageing (control), as the moist seeds as the stored ones at dry chamber, for both 2 weeks and 26 months.

**KEYWORDS:** *Eucalyptus grandis*, Seed ageing, Seed storage, Seed size

## INTRODUÇÃO

*Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden é uma espécie arbórea de rápido crescimento, bastante cultivada em reflorestamento, principalmente em função de suas características favoráveis para produção de papel e celulose, entre outros usos. Face a isso a demanda de sementes de boa qualidade fisiológica de materiais melhorados tem sido crescente.

Em eucaliptos, devido ao hábito de frutificação das plantas e o sistema de colheita empregado, obtêm-se lotes de sementes comerciais, constituídos de sementes e impurezas de diferentes dimensões (Aguiar e Mardegan, 1987). Para tentar melhorar a qualidade dessas sementes, têm sido realizados trabalhos de beneficiamento, os quais mostraram diferenças no desempenho germinativo das sementes e/ou na formação de mudas em função do tamanho para *E. grandis* (Doni Filho, 1974; Pereira e Garrido, 1975; Aguiar et al., 1979; Balloni et al., 1979; Fonseca et al., 1979; Mora et al., 1980) e para outras espécies do gênero (Aguiar et al., 1979; Aguiar et al., 1982; Aguiar e Mardegan, 1987; Silva et al., 1994).

A qualidade fisiológica das sementes normalmente é avaliada pelos testes de germinação e de vigor. Entre os testes de vigor, o de envelhecimento acelerado tem sido estudado para diferentes espécies, com o intuito de definir as condições de temperatura e tempo de exposição das sementes, sob alta umidade relativa (100%), tendo resultado, para algumas

espécies, recomendação ou sugestão de procedimentos (AOSA, 1983; ISTA, 1995; Marcos Filho, 1999). Vários fatores, todavia, podem interferir nos resultados do teste de envelhecimento acelerado, como tamanho das sementes, teor de água inicial das sementes, momento de realização do teste de germinação após o envelhecimento, disposição das sementes às condições da alta umidade relativa, manutenção da temperatura de envelhecimento sem oscilações, dentre outros (AOSA, 1983; Costa e Carvalho, 1983; ISTA, 1995; Nascimento Júnior et al., 1998; Marcos Filho, 1999). Assim há necessidade de aprimorar esses estudos, os quais devem levar em consideração os fatores alteradores.

Em condições brasileiras o teste de envelhecimento acelerado tem sido estudado principalmente em grandes culturas e mais recentemente em forrageiras e hortaliças, sendo ainda restrito o seu uso em espécies florestais (Balistiero et al., 1980; Aguiar et al., 1987; Valentini e Piña-Rodrigues, 1995).

O presente trabalho teve por objetivo estudar o efeito do envelhecimento acelerado em sementes de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, considerando diferenças no período de exposição das sementes às condições de estresse (alta temperatura e umidade relativa), no tamanho das sementes e no momento de realização do teste de germinação após o estresse, em função do armazenamento em câmara seca.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos, empregando-se dois lotes de sementes de *Eucalyptus grandis*, denominados de L<sub>1</sub> e L<sub>2</sub>, obtidos na Comercial e Agrícola Paineiras Ltda. Cada lote era proveniente de uma árvore matriz. As sementes foram classificadas por peneiras de malha

quadrada em dois tamanhos: < 0,84 a ≥ 0,71 mm e < 0,71 a ≥ 0,59 mm. Os sublotos apresentaram, respectivamente, 2.783.875 e 5.039.726 sementes/kg para L<sub>1</sub> e 2.374.212 e 4.059.921 semente/kg para L<sub>2</sub>.

### Experimento 1

Neste experimento foram empregados os dois lotes de sementes ( $L_1$  e  $L_2$ ) separados em sublotos por tamanho.

As sementes foram submetidas ao envelhecimento acelerado, colocadas em camada única sobre tela de gerbox modificado, com 40ml de água. Os gerboxes foram mantidos em câmara a 42°C, pelos períodos de 0, 8, 12, 24 e 32 horas. Após esses períodos, as sementes foram postas a germinar sobre duas folhas de papel de filtro umedecidas com duas vezes o peso do papel em água, em caixas gerboxes, empregando-se quatro repetições de 0,5g de sementes, mantendo-as em germinador a 25°C, em regime de 8/16h de luz/escuro (Brasil, 1992). As contagens foram feitas aos 5 (primeira contagem) e 14 dias (germinação total), considerando-se o número de plântulas normais por repetição.

O teor de água das sementes, após os períodos de envelhecimento estudados, foi determinado baseando-se nas recomendações descritas nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992), pelo método da estufa a 105°C  $\pm$  3°C por 24h.

Os valores de germinação, expressos em número de plântulas por 0,1g de sementes, foram corrigidos em relação ao peso, baseando-se no teor de água inicial das sementes (tempo 0), para proceder-se à análise estatística dos dados.

Os dados de germinação e teor de água foram submetidos à análise de variância, considerando-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x2x5 (lote x tamanho x período de envelhecimento). Os dados em porcentagem e em número foram transformados para a análise, respectivamente, em  $\arcsen(x/100)^{1/2}$  e (número)<sup>1/2</sup>. Foi realizado o ajuste de polinômios até o 3º grau para o teor de

água atingido pelas sementes após envelhecimento.

### Experimento 2

Neste experimento foi empregado o lote de sementes  $L_1$  separado nos dois tamanhos.

Essas sementes foram submetidas ao envelhecimento rápido, com a mesma metodologia descrita no Experimento 1, com exceção dos períodos que foram de 0, 48, 72 e 96h. As sementes envelhecidas e a testemunha (tempo 0) foram colocadas a germinar em três situações: 1) logo após retiradas da câmara de envelhecimento, ainda úmidas; 2) após permanência em câmara seca ( $\pm$  40% de U.R. e sem controle de temperatura) embaladas em sacos de papel, por duas semanas; 3) após permanência por 26 meses em câmara seca. A metodologia empregada e as avaliações feitas no teste de germinação foram semelhantes às do Experimento 1.

O teor de água das sementes de cada tratamento foi determinado antes da instalação dos testes de germinação nas três situações ou momentos.

Os dados de germinação e teor de água foram submetidos à análise de variância, considerando-se delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x4 (tamanho de sementes x período de envelhecimento), com quatro repetições. Os demais procedimentos em relação à análise estatística foram semelhantes aos do experimento anterior.

Os resultados de germinação foram correlacionados entre si, obtendo-se os coeficientes de correlação simples ( $r$ ) para as combinações possíveis. As análises estatísticas seguiram as recomendações de Pimentel-Gomes (1973).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Experimento 1

Neste experimento foi constatado efeito significativo das interações lote x tamanho e lote x período para as características teor de água e germinação total das sementes, enquanto para germinação da primeira contagem os efeitos foram de lote e de tamanho de sementes, de forma independente.

O lote L<sub>1</sub>, com maior número de sementes por kg, para os dois tamanhos, originou maior número de plântulas normais pelas avaliações de germinação (Tabela 1). A melhor qualidade dessas sementes deve estar relacionada às características da árvore matriz. As diferenças de germinação verificadas entre tamanhos devem ser atribuídas ao maior número de sementes na sub-amostra, de menor tamanho ( $< 0,71$  a  $\geq 0,59$  mm), e não devido ao efeito do tamanho. Em *Eucalyptus* tem-se observado que o tamanho afeta mais a velocidade de germinação (Pereira e Garrido, 1975; Aguiar et al., 1979; Aguiar e Mardegan, 1987; Silva et al., 1994) do que a capacidade de germinação (Doni Filho, 1974; Fonseca et al., 1979; Silva et al., 1994).

Os períodos de envelhecimento acelerado estudados, apesar de terem ocasionado aumentos no teor de água das sementes mostraram-se insuficientes para afetar negativamente a germinação (Tabela 1). Aguiar et al. (1987), em *Eucalyptus citriodora* Hook, verificaram que para os diferentes tamanhos de sementes testados, 24h a 42°C de envelhecimento foram insuficientes para ocasionar diminuição da germinação, embora a velocidade tenha sido afetada. O aumento na germinação em relação à testemunha (tempo = 0h) em L<sub>1</sub>, deve estar relacionado com o aumento do teor de água das sementes durante o envelhecimento, pois a germinação foi maior a partir de 12h, coincidindo com o maior incremento no teor de água das sementes. Des-

sa forma, por ocasião da instalação do teste de germinação, essas sementes já teriam iniciado o processo de germinação, com o ganho de água (Figura 1), tendo em vista o padrão trifásico de absorção de água (Bewley e Black, 1978). Para esses tratamentos a embebição das sementes resultou na melhoria de qualidade, à semelhança da pré-hidratação controlada (Bray, 1995), em vez de ocasionar a deterioração esperada. Usberti (1982), trabalhando com sementes de capim-colonião, relacionou a melhoria ou a manutenção de germinação com o envelhecimento acelerado, em alguns lotes, com a superação de dormência, ocasionada pela permanência na câmara de envelhecimento.

As diferenças observadas para a germinação total entre os lotes estudados, após os períodos de envelhecimento, não foram ocasionadas pelo estresse que o método impõe, mas pelo maior no número de plântulas normais obtido em L<sub>1</sub>, como comentado anteriormente. Portanto, os resultados não estariam mostrando diferenças de vigor entre os dois lotes.

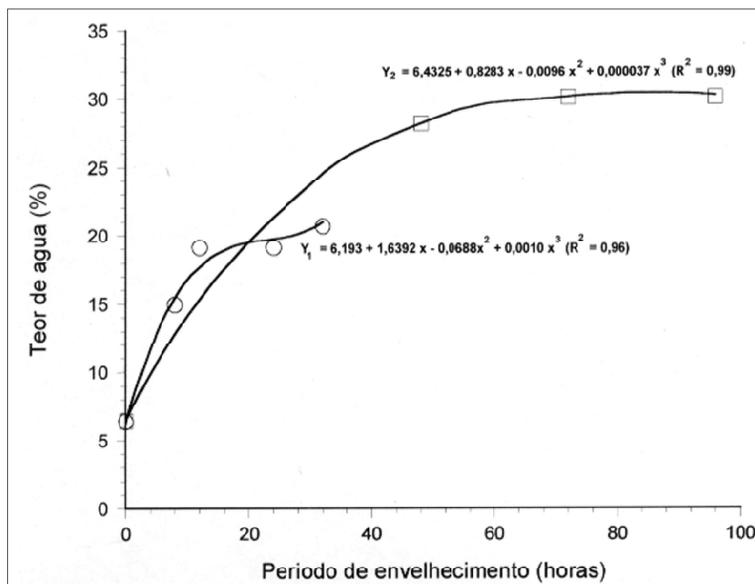
Apesar de os lotes de sementes terem apresentado pequena diferença no teor de água inicial, 0,8% (Tabela 1), o comportamento do ganho de água de ambos os lotes foi bem semelhante, sem diferença entre os dois tamanhos, possibilitando o ajuste de uma equação de 3º grau,  $Y = 6,1931 + 1,6392x - 0,0688x^2 + 0,0010x^3$  ( $R^2 = 0,96$ ) para os dois lotes (Figura 1). Todavia, é conveniente sempre que possível, a comparação entre lotes que apresentem o mesmo grau de umidade, antes do envelhecimento, embora diferenças de 1 a 2% não sejam comprometedoras (Marcos Filho, 1999). Em soja, por exemplo, essas diferenças não ocasionaram modificações significativas nos resultados do teste (AOSA, 1983).

**Tabela 1.** Dados médios de teor de água e de germinação das sementes de dois lotes de *Eucalyptus grandis*, separadas por tamanho, obtidos logo após submetidas a diferentes períodos de envelhecimento acelerado. Experimento 1.

(Averages of moisture content and germination of two *Eucalyptus grandis* seed lots, separated by size and obtained after submitted through different ageing periods)

Tratamento	Teor de água (%)		Germinação 1ª contagem (nº/0,1g)	Germinação total (nº/0,1g)	
	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>		L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>
Lote					
L <sub>1</sub>	-	-	276,7 A	-	-
L <sub>2</sub>	-	-	245,2 B	-	-
Tamanho					
≥ 0,71 mm	15,6 a <sup>B(1)</sup>	15,9 b <sup>A</sup>	212,0 b	283,7 <sup>A</sup> b	260,9 <sup>B</sup> b
< 0,71 mm	15,7 a <sup>B</sup>	16,3 a <sup>A</sup>	309,9 a	442,5 <sup>A</sup> a	369,1 <sup>B</sup> a
Período					
0 h	6,0 d <sup>B</sup>	6,8 d <sup>A</sup>	263,1 a	312,2 c <sup>A</sup>	301,6 ab <sup>A</sup>
8 h	14,0 c <sup>A</sup>	14,1 c <sup>A</sup>	244,9 a	345,5 b <sup>A</sup>	290,4 b <sup>B</sup>
12 h	19,0 b <sup>A</sup>	19,2 b <sup>A</sup>	265,1 a	402,6 a <sup>A</sup>	334,6 a <sup>B</sup>
24 h	19,1 b <sup>A</sup>	19,1 b <sup>A</sup>	260,6 a	366,4 ab <sup>A</sup>	329,6 a <sup>B</sup>
32 h	20,2 a <sup>B</sup>	21,1 a <sup>A</sup>	270,9 a	388,8 a <sup>A</sup>	318,8 ab <sup>B</sup>
C.V. (%)	0,84		5,39	4,03	

<sup>(1)</sup>Médias seguidas da mesma letra (maiúscula para lote, e minúscula para tamanho ou período) não diferem entre si significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.



**Figura 1.** Teor de água das sementes de *Eucalyptus grandis* em função do período de envelhecimento acelerado. (Y<sub>1</sub> = experimento 1 e Y<sub>2</sub> = experimento 2).

(Seed moisture contents of *Eucalyptus grandis* in relation to ageing periods (Y<sub>1</sub> = experiment and Y<sub>2</sub> = experiment 2))

**Tabela 2.** Dados médios de teor de água (%) das sementes do lote L<sub>1</sub> de *Eucalyptus grandis* separadas por tamanho, obtidos logo após submetidas a diferentes períodos de envelhecimento acelerado e após armazenamento em câmara seca por 2 semanas.

(Averages of moisture content (%) of L<sub>1</sub> seed lot of *Eucalyptus grandis* separated by size, obtained after submitted through different ageing periods and after stored in dry chamber for two weeks)

Tratamento	Teor de água (%)			
	Após envelhecimento		Após armazenamento (2 semanas)	
	³ 0,71 mm	< 0,71 mm	³ 0,71 mm	< 0,71 mm
0 h	6,6 c <sup>1</sup>	6,2 c <sup>A</sup>	5,5 b <sup>A</sup>	5,6 a <sup>A</sup>
48 h	27,4 b <sup>B</sup>	28,9 b <sup>A</sup>	6,1 ab <sup>A</sup>	6,4 a <sup>A</sup>
72 h	29,8 a <sup>A</sup>	30,3 a <sup>A</sup>	6,4 a <sup>A</sup>	5,9 a <sup>A</sup>
96 h	30,2 a <sup>A</sup>	30,1 a <sup>A</sup>	5,5 b <sup>B</sup>	6,1 a <sup>A</sup>
C.V. (%)	0,81		2,23	

<sup>(1)</sup>Médias seguidas da mesma letra (maiúscula para tamanho e minúscula para período) não diferem entre si significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

O teor de água final atingido, que foi de 20 - 21% (Tabela 1), encontra-se bem abaixo do teor obtido pelas sementes de outras espécies, após submetidas ao período de tempo recomendado ou sugerido para o envelhecimento acelerado (ISTA, 1995), que tem variado entre 26 e 29% para milho e entre 47 e 53% para *Festuca arundinacea* Schreb. Esse fato reforça a hipótese de que o período empregado foi insuficiente para ocasionar o envelhecimento das sementes.

### Experimento 2

No Experimento 2, trabalhou-se com o lote L<sub>1</sub> de sementes que apresentou melhor qualidade no experimento anterior. O teor de água atingido pelas sementes dos dois tamanhos foi crescente até 72h de envelhecimento, estabilizando-se a partir de então (Tabela 2, Figura 1). Essas sementes apresentaram diferenças quanto à porcentagem de germinação na primeira contagem, com 48h de envelhecimento em relação à testemunha (Tabela 3). Todavia, somente com 72h mostraram diferenças de germinação total (Tabela 4) para cada um dos tamanhos, em teste realizado imediatamente após a retirada das sementes da câmara de envelhecimento. Nesse teste, a germinação na primeira contagem foi

baixa, destacando-se as sementes de maior tamanho (Tabela 3). O fato não foi confirmado na germinação total (Tabela 4), onde se sobressaíram as de tamanho menor como consequência do maior número de sementes em 0,1g, e não por causa da diferença de qualidade. Essa discrepância de resultados entre os valores de germinação, da primeira contagem e do total, é mostrada pela correlação não significativa (Tabela 5), ocorrida com as sementes testadas logo após o envelhecimento, como é recomendado (AOSA, 1983; ISTA, 1995).

No teste realizado com as sementes envelhecidas e armazenadas por duas semanas, houve pequena variação no teor de água (Tabela 2) em função do período e/ou tamanho. A diferença de germinação na primeira contagem em relação à testemunha, ocorreu com 72h, para as sementes de maior tamanho e com 48h para as de menor tamanho (Tabela 3). Esses dados indicam que as sementes maiores foram mais vigorosas, concordando com os resultados de outros trabalhos (Balloni et al., 1979, Aguiar et al., 1987, Silva et al., 1994). Considerando-se a germinação total, o efeito do envelhecimento ocorreu com 72h, para ambos os tamanhos à semelhança do ocorrido no teste realizado logo após o envelhecimento. Verificam-se, também,

maiores valores de germinação total para as sementes de menor tamanho em relação às maiores (Tabela 4), fato não ocorrido na primeira contagem (Tabela 3), resultando também na correlação não significativa entre os valores da 1ª contagem e da total (Tabela 5). Esses resultados mostraram que, para essa espécie, os efeitos do envelhecimento acelerado são melhor

avaliados pela germinação total, à semelhança do empregado por Aguiar et al. (1987) em *Eucalyptus citriodora* e não com apenas a germinação na 1ª contagem, como é possível em outras espécies como amendoim (Usberti, 1982), milho (Costa e Carvalho, 1983) e soja (Nascimento Júnior et al., 1998).

**Tabela 3.** Dados médios de germinação das sementes do lote L<sub>1</sub> de *Eucalyptus grandis*, separadas por dois tamanhos, obtidos logo após submetidas a diferentes períodos de envelhecimento e após armazenamento em câmara seca por 2 semanas e 26 meses.

(Germination averages of L<sub>1</sub> seed lot of *Eucalyptus grandis* separated by two sizes, obtained just after submitted through different ageing periods and after stored in dry chamber for two weeks and 26 months)

Tratamentos (Período/ Tamanho)	Germinação - primeira contagem (n°/0,1 g)						
	Após envelhecimento			2 semanas		26 meses	
	≅ 0,71 mm	< 0,71 mm	$\bar{M}$	≅ 0,71 mm	< 0,71 mm	≅ 0,71 mm	< 0,71 mm
0 h	61,5	41,2	51,4 a <sup>(1)</sup>	106,5 <sup>A</sup> a	120,0 <sup>A</sup> a	214,8 <sup>B</sup> a	322,5 <sup>A</sup> a
48 h	43,5	22,8	33,1 b	76,8 <sup>A</sup> a	30,0 <sup>B</sup> b	211,2 <sup>B</sup> a	284,0 <sup>A</sup> a
72 h	39,5	19,8	29,6 b	27,5 <sup>A</sup> b	19,5 <sup>A</sup> b	102,8 <sup>A</sup> b	112,5 <sup>A</sup> b
96 h	4,5	0,8	2,6 c	0,0 <sup>A</sup> c	0,0 <sup>A</sup> c	16,5 <sup>A</sup> c	14,8 <sup>A</sup> c
$\bar{M}$	37,2 A	21,1 B	-	-	-	-	-
C.V. (%)		14,92		19,65		5,98	

<sup>(1)</sup> Médias seguidas da mesma letra (maiúscula para tamanho e minúscula para período) não diferem entre si significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

**Tabela 4.** Dados médios de germinação total das sementes do lote L<sub>1</sub> de *Eucalyptus grandis*, separadas por tamanho, obtidos logo após submetidas a diferentes períodos de envelhecimento e após armazenamento em câmara seca por 2 semanas e 26 meses.

(Total germinations averages of L<sub>1</sub> seed lot of *Eucalyptus grandis* separated by size, obtained just after submitted through different ageing periods and after stored in dry chamber for two weeks and 26 months)

Tratamentos (Período/ Tamanho)	Germinação - (n°/0,1 g)					
	Após envelhecimento		2 semanas		26 meses	
	≅ 0,71 mm	< 0,71 mm	≅ 0,71 mm	< 0,71 mm	≅ 0,71 mm	< 0,71 mm
0 h	258,2 a <sup>B(1)</sup>	422,8 a <sup>A</sup>	272,8 a <sup>B</sup>	490,0 a <sup>A</sup>	266,5 a <sup>B</sup>	458,5 a <sup>A</sup>
48 h	238,5 a <sup>B</sup>	452,8 a <sup>A</sup>	227,0 a <sup>B</sup>	438,5 a <sup>A</sup>	259,8 a <sup>B</sup>	474,8 a <sup>A</sup>
72 h	183,2 b <sup>B</sup>	285,2 b <sup>A</sup>	111,2 b <sup>B</sup>	238,5 b <sup>A</sup>	128,5 b <sup>B</sup>	316,5 b <sup>A</sup>
96 h	38,0 c <sup>B</sup>	108,2 c <sup>A</sup>	40,8 c <sup>B</sup>	96,5 c <sup>A</sup>	50,2 c <sup>B</sup>	101,0 c <sup>A</sup>
C.V. (%)		4,44		5,93		3,19

<sup>(1)</sup> Médias seguidas da mesma letra (maiúscula para tamanho e minúscula para período) não diferem entre si significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

**Tabela 5.** Coeficientes de correlação simples ( $r$ ) entre as porcentagens de germinação obtidas, na primeira contagem e do total, das sementes do lote L<sub>1</sub> de *Eucalyptus grandis*, separadas por tamanho e submetidas a diferentes períodos de envelhecimento acelerado, em testes realizados logo após envelhecimento e após armazenamento em câmara seca por 2 semanas (2s) e 26 meses (26m).

(Coefficient of correlation ( $r$ ) between germination percentages obtained on first and total counting of L<sub>1</sub> seed lot of *Eucalyptus grandis* separated by size and submitted through different ageing periods on tests have just done after ageing and after stored in dry chamber for two weeks (2s) and 26 months (26m))

	Germinação 1 <sup>a</sup> contagem Arm. (2s)	Germinação 1 <sup>a</sup> contagem Arm. (26m)	Germinação Total Env.	Germinação Total Arm (2s)	Germinação Total Arm (26m)
G -1 <sup>a</sup> - Env.	0,85**	0,66	0,44	0,44	0,39
G -1 <sup>a</sup> - Arm. (2s)		0,78*	0,56	0,66	0,57
G - 1 <sup>a</sup> - Arm. (26m)			0,92**	0,94***	0,91**
G - T - Env.				0,97***	0,99***
G - T - Arm. (2s)					0,98***

\*, \*\*, \*\*\* Significativos, respectivamente, a 5%, 1% e 0,1% de probabilidade pelo teste t.

No teste realizado com as sementes armazenadas por 26 meses em câmara seca, o teor de água médio para os tamanhos maior e menor era de 6,2 e 6,3%, respectivamente. A diferença das sementes envelhecidas, para os dois tamanhos, em relação à testemunha ocorreu com 72h de envelhecimento, tanto para a germinação da primeira contagem (Tabela 3), como para a germinação total, à semelhança dos testes anteriores (Tabela 4). Todavia, as diferenças de valores entre tamanhos só apareceram no total de germinação.

Nos três testes realizados, ou seja, logo após o tratamento de envelhecimento, após 2 semanas e após 26 meses de armazenamento das sementes, obtiveram-se resultados semelhantes quanto aos efeitos do período e do tamanho na germinação total (Tabela 4), fato não observado para a germinação da primeira contagem (Tabela 3). Esse comportamento fez resultar nos valores altamente significativos de correlação simples entre os valores de germinação total para os três testes, que indicam 72h de envelhecimento, para ambos os tamanhos, o tempo necessário para ocasionar modificações na germinação total de sementes do lote estudado em relação às sementes não envelhecidas. O teor de água atingido pelas sementes após 72h, em

condições de ambiente de alta umidade relativa ( $\pm 100\%$ ) e a 42°C, foi de 30% na média dos dois tamanhos, semelhante ao teor atingido pelas sementes de outras espécies, tais como soja (27 - 30%), feijão (28 - 30%), e trigo (28 - 30%), quando submetidos ao envelhecimento recomendado de 41°C por 72h (ISTA, 1995).

Nascimento Júnior et al. (1998), ao realizarem estudo para verificar se o teste de germinação de soja necessitava ser feito até uma hora após as sementes saírem da câmara de envelhecimento acelerado, como recomendado (AOSA, 1983; ISTA, 1995), constataram que o teste pode ser realizado sem prejuízo dos resultados em período de até 48h (o maior período estudado) após o envelhecimento, tanto para as sementes armazenadas em condições normais de laboratório como de câmara seca. Estes resultados vêm reforçar os obtidos no presente trabalho, pois o armazenamento por duas semanas ou 26 meses, em câmara seca, não modificou o comportamento das sementes envelhecidas secas em relação às úmidas, recém-retiradas da câmara de envelhecimento, em termos de germinação total, mostrando a manutenção do efeito deletério nas sementes secas.

Por esses resultados, verificou-se que as sementes dos dois tamanhos testados apresen-

taram comportamento semelhante às condições de envelhecimento estudadas, corroborando ao observado em diferentes tamanhos de sementes de milho (Costa e Carvalho, 1983). Verificase, também, que o período de 72h em câmara de envelhecimento a 42°C ocasionou a deterioração significativa das sementes de *Eucalyptus*

*grandis* em relação àquelas não envelhecidas. Todavia, outros trabalhos necessitam ser desenvolvidos com outros lotes, após estes exploratórios, para possibilitar recomendação das condições de envelhecimento acelerado como teste de vigor para a espécie.

## CONCLUSÃO

As sementes de *Eucalyptus grandis* dos dois tamanhos ( $< 0,84$  a  $\geq 0,71$  mm e  $< 0,71$  a  $\geq 0,59$  mm), submetidas ao envelhecimento acelerado por 72h a 42°C sob 100% de umidade relativa, atingiram 30% de teor de água e apresentaram

diferença significativa na germinação em relação às não envelhecidas, tanto para as testadas ainda úmidas, como para aquelas armazenadas por 2 semanas ou 26 meses em câmara seca.

## AUTORES

JOÃO NAKAGAWA é Professor Titular Aposentado, Docente Voluntário do Departamento de Produção Vegetal da Faculdade de Ciências Agrônomicas / UNESP - Botucatu. Caixa Postal 237 - 18603-970 - Botucatu, SP. É também bolsista do CNPq. E-mail: seedamv@fca.unesp.br

EDSON SEIZO MORI é Professor Adjunto do Departamento de Produção Vegetal da Faculdade de Ciências Agrônomicas / UNESP -

Botucatu. Caixa Postal 237 - 18603-970 - Botucatu, SP. E-mail: esmori@fca.unesp.br

WEBER ANTONIO NEVES DO AMARAL é Professor Doutor do Departamento de Ciências Florestais da ESALQ / USP - Caixa Postal 9 - 13400-970 - Piracicaba, SP. E-mail: wanamara@esalq.usp.br

EDUARDO JOSÉ DE MELLO é Pesquisador da Cia. Suzano de Papel e Celulose. Av. Brigadeiro Faria Lima, 2100 - 01452-919 - São Paulo, SP. E-mail: emello@suzano.com.br

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, I.B.; CARVALHO, N.M.; MAIMONI-RODELLA, R.C.S.; DAMASCENO, M.C.M. Influência do tamanho sobre a germinação e o vigor de sementes de eucalipto. **Revista brasileira de sementes**, v.1, n.1, p.53-58, 1979.

AGUIAR, I.B.; MARDEGAN, A.G. Beneficiamento de sementes de *Eucalyptus saligna* SM. **Revista brasileira de sementes**, v.9, n.2, p.9-17, 1987.

AGUIAR, I.B.; NAKANE, J.T.; NEME, A.M. Tamanho de sementes de *Eucalyptus citriodora* Hook: influência sobre o desenvolvimento das mudas. **Boletim técnico do Instituto Florestal**, v.36, n.1, p.19-28, 1982.

AGUIAR, I.B.; SADER, R.; KRONKA, S.N.; TAKAOKA, N.M. Efeitos do tamanho sobre o potencial de armazenamento de sementes de *Eucalyptus citriodora* Hook. **Revista brasileira de sementes**, v.9, n.1, p.63-72, 1987.

AOSA - ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigor testing handbook**. Washington: AOSA, 1983. 85p. (Contribution, 32).

BALISTIERO, M.; MARQUEZ, F.C.M.; KAGEYAMA, P.Y. Utilização do teste de envelhecimento precoce para avaliar o vigor de lotes de sementes com diferentes idades e estágios de maturação. **Circular técnica IPEF**, n.118, p.1-4, 1980.

- BALLONI, E.A.; KAGEYAMA, P.Y.; CORRADINI, L. Efeito do tamanho da semente de *Eucalyptus grandis* sobre o vigor das mudas no viveiro e no campo. **Silvicultura**, v.14, p.41-43, 1979.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination: 1- development, germination and grow**. New York: Springer-Verlag, 1978. 306p.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E REFORMA AGRÁRIA. **Regras para análise de sementes**. Brasília: DNDV / SNAD / CLAV, 1992. 365p.
- BRAY, C.M. Biochemical processes during the osmopriming of seeds. In: KIGEL, J. e GALILI, G., ed. **Seeds development and germination**. New York: Marcel Dekker, 1995. p.767-789.
- COSTA, C.L.V.; CARVALHO, N.M. Efeito do tamanho sobre o comportamento de sementes de milho submetidos ao envelhecimento artificial. **Revista brasileira de sementes**, v.5, n.2, p.23-27, 1983.
- DONI FILHO, L. **Influência do beneficiamento, em algumas características de um lote de sementes de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, baseado na separação pelo tamanho e peso específico**. Piracicaba, 1974. 92p. Tese (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo
- FONSECA, A.G.; BRANDI, R.M.; PAULANETO, F.; CANDIDO, J.F. Efeito do sombreamento, do tamanho e peso de semente na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e no seu crescimento inicial no campo. **Revista árvore**, v.3, n.2, p.145-159, 1979.
- ISTA - INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. **Handbook of vigour test methods**. Zürich: ISTA, 1995. 117p.
- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYŻANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇANETO, J.B., ed. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.3.1-3.24.
- MORA, A.L.; ZANI FILHO, J.; KAGEYAMA, P.Y. Perspectivas da utilização do beneficiamento de sementes de *Eucalyptus*. **Circular técnica IPEF**, n.102, p.1-4, 1998.
- NASCIMENTO JÚNIOR, A.; TORRES, R.M.; FONSECA, E.P.; FARIA, A.L.R.; FAGIOLI, M.; CARVALHO, N.M. Momento da realização do teste de germinação após o envelhecimento acelerado em sementes de soja. **Revista brasileira de sementes**, v.20, n.1, p.223-225, 1998.
- PEREIRA, J.C.D.; GARRIDO, M.A.O. Influência do tamanho das sementes de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, sobre a germinação e o desenvolvimento inicial das plântulas. **Silvicultura**, v.9, p.117-124, 1975.
- PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 5.ed. Piracicaba: ESALQ / USP, 1973. 430p.
- SILVA, A.; KASAI, F.S.; CASTELLANI, E.D.; AGUIAR, I.B.; CARVALHO, N.M. Influência do tamanho sobre a qualidade das sementes de *Eucalyptus maculata* Hook. **Revista brasileira de sementes**, v.16, n.2, p.187-190, 1994.
- USBERTI, R. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de capim colômbio. **Revista brasileira de sementes**, v.4, n.1, p.23-30, 1982.
- VALENTINI, S.R.T.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. Aplicação do teste de vigor em sementes. **IF série registro**, n.14, p.75-84, 1995.