

Qualidade fisiológica de sementes de
Melanoxylon brauna envelhecidas natural e artificialmentePhysiological quality of *Melanoxylon brauna*
seeds aged naturally and artificiallyViviana Borges Corte¹, Eduardo Euclides de Lima e Borges²,
Helio Garcia Leite² e Idalina Tereza de Almeida Leite³**Resumo**

As sementes das diferentes espécies respondem diferentemente aos testes de avaliação de qualidade, o que obriga a procura do que melhor avalie as suas condições fisiológicas. O presente artigo teve por objetivo avaliar o comportamento das sementes de *Melanoxylon brauna* - Leguminosae-Caesalpinoideae (brauna) no processo de deterioração. As sementes foram envelhecidas naturalmente durante 0, 3, 6, 9 e 12 meses em câmara fria e artificialmente durante 0, 24, 48, 72 e 96 horas em câmara de envelhecimento acelerado. Foram avaliados o índice de velocidade de germinação, a porcentagem de germinação, o tempo médio de germinação, a condutividade elétrica, além do teste de tetrazólio. Os envelhecimentos natural e artificial afetaram de forma semelhante a qualidade fisiológica de sementes de brauna, promovendo redução da viabilidade e do vigor, demonstrado por qualquer um dos métodos empregados.

Palavras-Chave: Vigor, Viabilidade, Deterioração, Armazenamento, Sementes florestais

Abstract

Seeds of different species respond differently when submitted to quality tests, so it is necessary to search for the best one that matches their physiological conditions. The objective of this study was the evaluation of the tests quality in establishing the degree of decay using a fast and safe method for *Melanoxylon brauna* (Leguminosae-Caesalpinodeae) seeds. The seeds were naturally aged during 0, 3, 6, 9 and 12 months in cold a chamber and artificially in a fast aging chamber during 0, 24, 48, 72, and 96 hours to evaluate possible changes in the physiological quality. Therefore, the germination speed index, the germination percentage, the germination average time, the electric conductivity, and the tetrazolium test were evaluated. The natural and artificial aging affected in a similar manner the physiological quality of the seeds causing reduction of the viability and vigor of the seeds showed by any of the methods.

Keywords: Vigor, Viability, Deterioration, Storage, Forest seeds

INTRODUÇÃO

O conhecimento básico do processo de deterioração permite melhores bases para a conservação de sementes *ex-situ*, técnica de baixo custo e que proporciona garantia de conservação de sementes viáveis em longo prazo (ROBERTS, 1973; FAO, 1983; CARNEIRO, 1985; CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

O teste do envelhecimento acelerado tem como princípio promover a rápida deterioração de sementes, quando expostas às condições adversas de temperatura e umidade relativa (MARCOS FILHO, 2005). De modo geral, as sementes de baixo vigor

apresentam queda na sua viabilidade, enquanto as sementes de vigor mais elevado mantém a capacidade de produzir plântulas normais e maior percentual de viabilidade. Alguns autores afirmam haver correlação entre envelhecimento natural e acelerado, sendo os mecanismos promotores da deterioração os mesmos em ambas as situações, somente variando a velocidade em que ocorrem (CAMARGO *et al.*, 2000; MARCOS FILHO, 2005; SANTOS e PAULA, 2007), ao passo que outros autores afirmam que o envelhecimento artificial nem sempre reproduz de forma confiável os eventos metabólicos que acontecem durante o armazenamento (BORGES *et al.*, 2000; FANAN *et al.*, 2006).

¹Professora Doutora do Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Espírito Santo - Av. Fernando Ferrari, 514 - Vitória, ES - 29075-910 - E-mail: viviborgescorte@yahoo.com.br

²Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa - Viçosa, MG - 36570-000 - E-mail: elborges@ufv.br; hgleite@ufv.br

³Professora Doutora do Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Espírito Santo - Av. Fernando Ferrari, 514 - Vitória, ES - 29075-910 - E-mail: idatel21@gmail.com

Outros métodos de avaliação da qualidade de sementes vêm sendo empregados no estudo da viabilidade de lotes de sementes armazenados, como o teste de tetrazólio, a condutividade elétrica (um dos mais usados), o índice de velocidade de germinação (IVG) e o estresse hídrico (LOEFFLER *et al.*, 1988; MARCOS FILHO *et al.*, 1990; BORGES *et al.*, 1990; BRUGGINK *et al.*, 1991; BONNER, 1991; SANTOS, 1993; CORVELLO *et al.*, 1999; SANTOS e PAULA, 2005; MARCOS FILHO, 2005; CHEROBINI *et al.*, 2008).

Braúna preta (*Melanoxylon brauna* - Leguminosae-Caesalpinoideae) é árvore nativa da Floresta Atlântica, conhecida pela qualidade e durabilidade de sua madeira, sendo encontrada desde o sul da Bahia até São Paulo, Minas Gerais (LORENZI, 1992), Goiás, Rio Grande do Norte, Mato Grosso, Maranhão e Piauí (IBAMA, 2008). Entretanto, devido à exploração excessiva e falta de replantios, a espécie está classificada como vulnerável, conforme a "lista oficial de flora ameaçada de extinção" (IBAMA, 2008).

Face à relevância de tais estudos e à escassez de informações com espécies florestais, este trabalho teve como objetivo avaliar e comparar as mudanças na qualidade fisiológica de sementes de brauna submetidas ao envelhecimento natural e artificial.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas sementes de *Melanoxylon brauna* colhidas na região de Viçosa, Minas Gerais, obtidas de 15 árvores, que foram misturadas, formando um lote. Durante o beneficiamento foram eliminadas sementes imaturas, deterioradas ou danificadas. As sementes foram armazenadas no Laboratório de Análise de Sementes Florestais (LASF) da Universidade Federal de Viçosa (UFV) em embalagens plásticas colocadas dentro de caixa de papelão (25 x 22, 5 cm), em câmara fria a, aproximadamente, 20°C e 60% de umidade relativa. Antes de cada experimento as sementes foram tratadas com solução do Captan 0,5% por 60 segundos.

No envelhecimento natural, todas as análises foram realizadas em sementes recém colhidas (sem armazenamento - tempo zero), usadas como controle, e a cada três meses durante 12 meses de armazenamento em câmara fria. Para o envelhecimento acelerado foram utilizadas caixas gerbox, contendo 40mL de água destilada, as quais foram colocadas em câmara de envelhecimento acelerado nas

temperaturas aproximadas de 40, 45 e 50°C e 100% de umidade relativa do ar. Os tempos de envelhecimento foram de 0, 24, 48, 72 e 96 horas, sendo as sementes mantidas separadas da água por telas de nylon. Após cada tempo de envelhecimento natural e artificial, as sementes foram submetidas aos seguintes testes para avaliar sua qualidade.

Germinação

Foi determinada pela contagem das sementes que emitiram radícula no período de 10 dias. As sementes foram colocadas sobre duas folhas de papel de filtro tipo germitest umedecidas com água, em placas de Petri e mantidas em germinador a 25°C e luz constante, proporcionada por quatro lâmpadas de 20W, tipo luz do dia. O reumedecimento foi feito sempre que julgado necessário. Os resultados foram expressos em porcentagem média e tempo médio de germinação (TMG), sendo utilizadas cinco repetições de 20 sementes cada. O tempo médio de germinação foi calculado segundo a fórmula: $TMG = \frac{\sum ni.ti}{\sum ni}$ (total sementes germinadas no dia x dia) / $\sum ni$ (total sementes germinadas no dia), de acordo com Laboriau e Agudo (1987). Para o cálculo do índice de velocidade de germinação (IVG), foi utilizada a fórmula de Maguire, citada por Silva e Nakagawa (1995).

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com cinco repetições e os resultados submetidos à análise de variância e regressão, utilizando-se o programa Statistica 8.0. Para a comparação das médias, adotou-se o teste F e o teste Tukey, a 5% de probabilidade. Para os gráficos de germinação e emergência ajustou-se o modelo de regressão não linear (modelo logístico), utilizando-se para todas as equações o R² ajustado.

Estresse hídrico

A determinação da resistência ao estresse hídrico foi estabelecida usando-se solução de polietilenoglicol 6000 (PEG 6000), onde as sementes foram colocadas para germinar. Baseado em experimento prévio em que foram testados diferentes potenciais hídricos (-0,1, -0,2, -0,3, -0,4 e -0,5 MPa) para o estabelecimento do limiar de tolerância da espécie e na determinação do melhor potencial a ser usado durante os testes, foi utilizado o potencial de -0,1MPa nos tempos de embebição zero (testemunha), 24, 48 e 72 horas. Foram utilizadas cinco repetições de 20 sementes cada.

Condutividade elétrica

Sementes não danificadas foram colocadas em erlenmeyers com 75 ml de água deionizada a 25°C, por 24 horas. A condutividade elétrica do lixiviado foi determinada, utilizando-se condutivímetro MICRONAL, modelo B 330, eletrodo com constante 0,7, conforme procedimento descrito por Woodstock (1973). O resultado obtido foi expresso em $\text{mS cm}^{-1} \text{g}^{-1}$. Foram utilizadas cinco repetições de 20 sementes. Ajustaram-se modelos de equação linear, e, em todas, usou-se o R^2 ajustado.

Teste de tetrazólio

As sementes foram pré-condicionadas por imersão em água destilada a 25°C por 12 horas. Posteriormente, retirado o tegumento das sementes, os embriões foram submersos em solução de 2,3,5 trifenil cloreto de tetrazólio (pH 6,5) 0,05% e mantidos no escuro à temperatura de 25°C por 24 horas, para coloração. Após este período, as sementes foram lavadas em água corrente e deixadas submersas em água até o momento da avaliação. Cada embrião foi cortado longitudinalmente, avaliando-se a intensidade da coloração, presença de áreas leitosas, aspectos dos tecidos e localização da coloração em relação aos cotilédones e ao eixo embrionário. Os embriões foram classificados em categorias de viáveis e inviáveis de acordo com os padrões propostos por Grabe (1976), ISTA (1993) e Moore (1972), sendo os dados submetidos à análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O envelhecimento natural no decorrer de 12 meses de armazenamento das sementes de *Melanoxylon brauna* resultou na progressiva redução na capacidade germinativa das sementes e no índice de velocidade de germinação (IVG), além de aumento no tempo médio de germinação (TMG) (Tabela 1).

Tabela 1. Porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) de sementes de *Melanoxylon brauna* para o envelhecimento natural (0, 3, 6, 9 e 12 meses).

Table 1. Percentage of germination, index of germination speed (IVG) and average time of germination (TMG) of *Melanoxylon brauna* seeds to natural aging (0, 3, 6, 9 e 12 months).

Armazenamento (mês)	Germinação (%)	IVG	TMG (dias)
0	97,0 A	4,65 A	4,33 B
3	85,0 AB	3,74 B	4,75 B
6	80,0 B	3,00 B	5,66 B
9	75,0 B	2,86 B	5,53 B
12	57,0 C	1,57 C	7,38 A

Médias seguidas pela mesma letra, em cada coluna, não diferem entre si, pelo Teste Tukey ($p > 0,05$).

A porcentagem de germinação e o IVG das sementes de *Melanoxylon brauna* reduziram gradativamente com o envelhecimento acelerado (Tabela 2). Ambos os parâmetros não apresentaram reduções significativas a 40°C até 72 horas de envelhecimento, ocorrendo apenas a 96 horas, quando se detectaram os menores valores de viabilidade e vigor, respectivamente. O fato de as sementes já estarem pré-embebidas, pela exposição à alta umidade durante o período de envelhecimento acelerado pode explicar a não diminuição na porcentagem de germinação e IVG. Entretanto, a 45°C, houve redução significativa na porcentagem de germinação já nas primeiras 24 horas de envelhecimento, queda esta que aumentou gradativamente com o aumento do tempo de envelhecimento. Quanto ao IVG, percebe-se que a redução nos valores não foi significativa nas primeiras 24 horas, mas passando a ser ($p > 0,05$) a partir de 48 horas. De novo, possivelmente as altas temperaturas e umidades na câmara de envelhecimento resultaram em maior velocidade de germinação de algumas sementes mais vigorosas. Houve também diferença significativa entre os valores de porcentagem de germinação e do IVG a partir de 24 horas de envelhecimento entre as temperaturas de 40 e 45°C (Tabela 2), com menores valores para a segunda temperatura.

Tabela 2. Porcentagem de germinação, Índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) de sementes de *Melanoxylon brauna* submetidas ao envelhecimento acelerado a 40°C e 45°C por 0, 24, 48, 72 e 96 horas.

Table 2. Percentage of germination, index of germination speed (IVG) and average time of germination (TMG) of *Melanoxylon brauna* seeds during accelerated aging to 40°C and 45°C for 0, 24, 48, 72 e 96 hours.

Tempo (horas)/ temperatura	Germinação (%)		IVG		TMG (dias)	
	40°C	45°C	40°C	45°C	40°C	45°C
0	97 aA	97 aA	4,86 aA	4,86 aA	4,27 aA	4,27 aA
24	95 aA	71 bB	5,44 aA	3,27 bAB	3,86 aA	4,82 aA
48	88 aA	68 bB	5,05 aA	2,93 bB	3,88 aA	4,98 aA
72	82 aA	65 bB	4,35 aA	2,55 bB	4,30 aA	5,53 aA
96	55 aB	29 bC	2,43 aB	1,14 bC	5,54 aA	5,45 aA

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna, e minúscula na linha, não diferem entre si, pelos testes F e Tukey ($p > 0,05$).

As sementes envelhecidas a 40°C por 96 horas tiveram sua capacidade germinativa reduzida significativamente para 55% em relação aos demais tempos, o mesmo ocorrendo a 45°C, pelo mesmo tempo, quando alcançaram 29% de germinação (Tabela 2). O envelhecimento artificial a 40°C por 96 horas simulou, de forma nítida, o comportamento germinativo das sementes armazenadas por 12 meses em câmara fria a 20°C (Tabela 1), ao passo que a temperatura de 45°C teve influência negativa mais drástica sobre a germinação das sementes.

Diferente do observado nas sementes armazenadas, o TMG não mudou significativamente ($p > 0,05$) com o aumento do envelhecimento acelerado, provavelmente pelo mesmo motivo retardou o decréscimo do valor do IVG. A variação no TMG não foi significativa ($p > 0,05$) para ambas as temperaturas de exposição ao envelhecimento artificial (Tabela 2).

O limiar da tolerância à temperatura dessas sementes está estabelecido entre 45 e 50°C, pois a segunda provocou a morte das sementes (dado não mostrado). Semente de *Dalbergia nigra* mostram-se mais sensíveis, sendo a temperatura de 40°C, por 48 horas, suficiente para provocar a morte das sementes (BORGES *et al.*, 2000).

O teste de germinação é comumente utilizado como indicador da viabilidade e para prever a emergência em campo quando a semeadura é realizada em condições ideais de solo (MARCOS FILHO, 2005). Entretanto, tais condições raramente ocorrem e esse parâmetro de avaliação da viabilidade sobreestima a emergência no campo. Para Delouche (1974), o teste de germinação é um parâmetro pouco sensível do vigor das sementes, porque enfoca a consequência final da deterioração e não considera as perdas que ocorrem antes que a capacidade germinativa diminua.

Foram conduzidos experimentos preliminares com sementes recém colhidas, para avaliar a amplitude de tolerância à restrição hídrica, submetendo-as aos potenciais hídricos de -0,1 a -0,5 MPa (Figura 1, Tabela 3). As sementes foram capazes de germinar até -0,3 MPa, não ocorrendo o mesmo a partir de -0,4 MPa. Houve 77% de germinação no potencial de -0,1 MPa, ficando reduzida a 15 e a 10% nos potenciais hídricos de -0,2 e -0,3MPa, respectivamente (Figura 1a). Por essa razão, o potencial de -0,1 MPa foi usado como um dos parâmetros avaliadores do vigor do lote de sementes.

O potencial hídrico de -0,1MPa reduziu a germinação de 97%, no controle (sementes recém colhidas germinadas em água), para 77%, 26%, 13%, 10% e 8% nas sementes aos zero, três, seis,

nove e 12 meses de armazenamento, respectivamente (Figura 1c). Observa-se atraso da germinação, cujo pico ocorreu em, aproximadamente, quatro dias no controle (Figura 1b), para sete dias no potencial hídrico de -0,1MPa (Figura 1d).

As sementes expostas ao envelhecimento acelerado quando colocadas no potencial de -0,1MPa, tiveram sua germinação reduzida de 77%, obtida nas sementes não envelhecidas (tempo zero), para 50, 13 e 3% nos tempos de 24, 48 e 72 horas, respectivamente, à temperatura de 40°C (Figura 1e), e para 46, 2 e 0%, nos mesmos tempos, à temperatura de 45°C, (Figura 1g).

As sementes envelhecidas a 40°C por 24 horas (Figura 1f) tiveram a germinação acelerada. O aumento da temperatura e umidade relativa a que as sementes são submetidas na câmara de envelhecimento conferem maior tolerância ao estresse hídrico em virtude dessas sementes já estarem pré-embebidas quando postas em contato com a solução -0,1MPa. Ao contrário, as sementes envelhecidas naturalmente (armazenadas) foram mais influenciadas pelo estresse hídrico, pois foram colocadas secas em contato com a solução osmótica (Figura 1c).

As sementes foram mais sensíveis ao estresse hídrico quando foram submetidas ao envelhecimento acelerado em relação ao envelhecimento natural. Em situação de restrição hídrica, as sementes envelhecidas a 40 e 45°C por 72 e 48 horas tiveram seu limiar máximo de tolerância, respectivamente, não havendo germinação após esse período (Figuras 1e e 1f e 1g e 1h, respectivamente). As sementes envelhecidas naturalmente foram capazes de germinar até aos 12 meses (Figura 1c). Percebe-se que as sementes sob envelhecimento acelerado a 40°C por 72 horas apresentam comportamento próximo àquele das envelhecidas naturalmente, podendo também ser utilizado como indicador da qualidade das sementes.

A deterioração das sementes armazenadas, avaliada pela condutividade elétrica, aumentou, variando de cerca de 0,44 ms cm⁻¹ g⁻¹ nas sementes recém colhidas, para 1,95, 3,15, 3,83 e 4,63 ms cm⁻¹ g⁻¹ aos três, seis, nove e 12 meses de armazenamento, respectivamente (Figura 2a). Os lixiviados celulares liberados das sementes podem ser correlacionados com a degradação das membranas e redução da viabilidade. A porcentagem de sementes viáveis avaliadas pelo teste de tetrazólio diminuiu significativamente ($p < 0,05$), passando de 94% nas sementes recém colhidas para 87%, 83%, 72% e 53% aos três, seis, nove e 12 meses de armazenamento, respectivamente (Figura 2b).

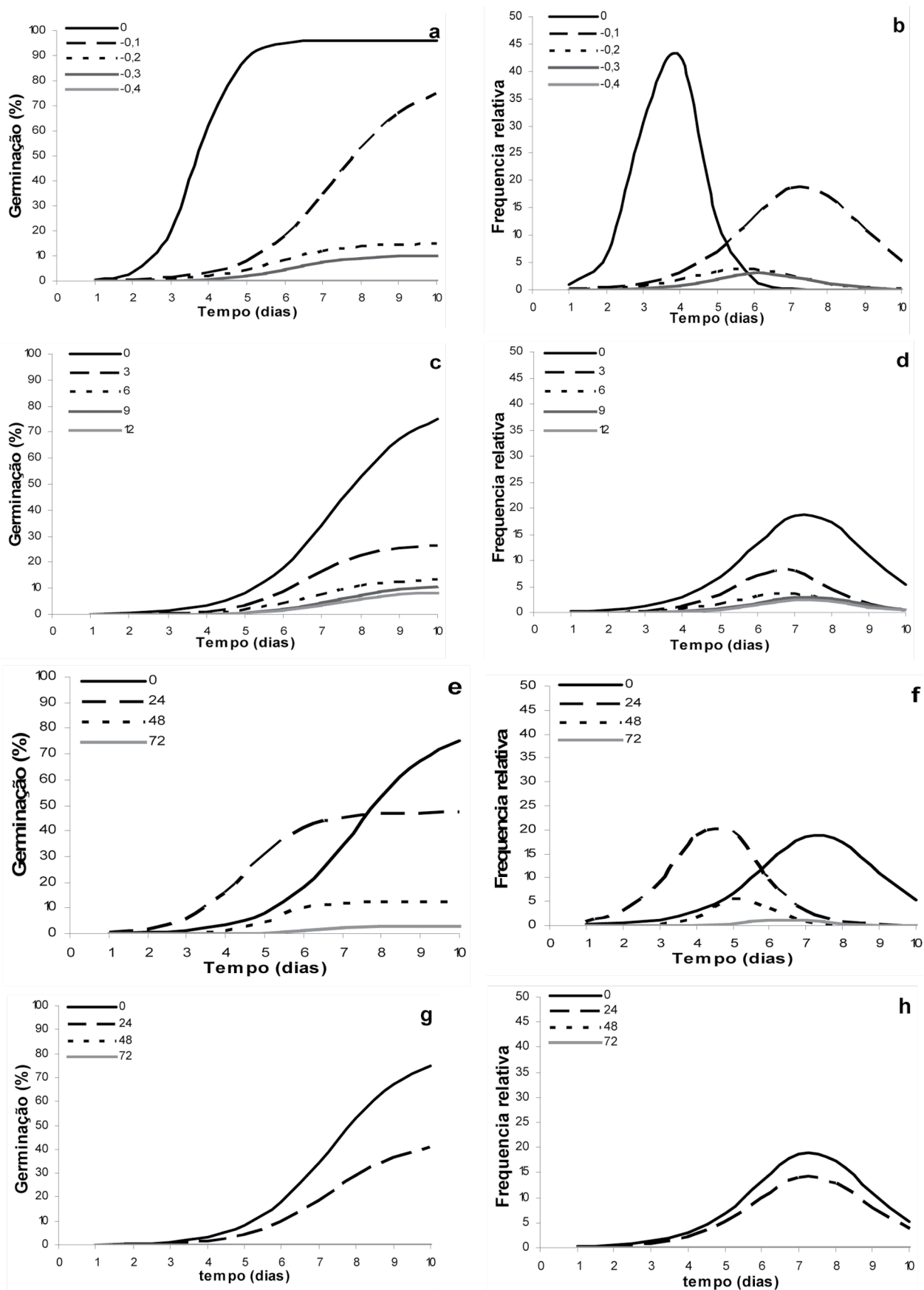


Figura 1. Porcentagem e frequências relativas de germinação das sementes de *Melanoxylon brauna* submetidas a diferentes potenciais hídricos (a - b); ao potencial hídrico de -0,1MPa em função do envelhecimento natural (c - d) e acelerado a 40°C (e - f) e 45°C (g - h).

Figure 1. Percentage and relative frequency of germination of seeds of *Melanoxylon brauna* submitted the different water potentials (a - b); -0,1MPa water potentials relation to natural (c - d) and accelerated ageing at 40°C (e - f) and 45°C (g - h).

Tabela 3. Regressões não lineares (modelo logístico) da frequência relativa da germinação de sementes de *Melanoxylon brauna* submetidas a diferentes potenciais hídricos e ao potencial hídrico -0,1MPa, por diferentes tempos, nos envelhecimentos natural e acelerado.

Table 3. Non-linear regression related to relative frequency of germination of *Melanoxylon brauna* seeds submitted the different water potentials and to -0,1MPa water potentials, at different periods at natural and accelerated ageing.

	Tratamento	Equação
Germinação T0	Ψ 0 MPa	$Y = 96,10 (1 + 1332,60 e^{-1,95x})^{-1}$ $R_{yy} = 0,9992$; $S = 1,8959$
	Ψ -0,1 MPa	$Y = 81,21 (1 + 987,69 e^{-0,94x})^{-1}$ $R_{yy} = 0,9974$; $S = 2,4106$
	Ψ -0,2 MPa	$Y = 15,22 (1 + 405,71 e^{-1,04x})^{-1}$ $R_{yy} = 0,9973$; $S = 0,5349$
	Ψ -0,3 MPa	$Y = 10,07 (1 + 2001,09 e^{-1,23x})^{-1}$ $R_{yy} = 0,9973$; $S = 0,3669$
	Ψ -0,4 MPa	---
Germinação (Ψ - 0,1 MPa)	Tempo zero (T0)	$Y = 81,21 (1 + 987,69 e^{-0,94x})^{-1}$ $R_{yy} = 0,9974$; $S = 2,4106$
	3 meses	$Y = 26,99 (1 + 3740,79 e^{-1,24x})^{-1}$ $R_{yy} = 0,9968$; $S = 1,0442$
	6 meses	$Y = 13,74 (1 + 1267,86 e^{-1,06x})^{-1}$ $R_{yy} = 0,9964$; $S = 0,5364$
	9 meses	$Y = 10,92 (1 + 4592,98 e^{-1,14x})^{-1}$ $R_{yy} = 0,9974$; $S = 0,3413$
	12 meses	$Y = 8,46 (1 + 10219,41 e^{-1,25x})^{-1}$ $R_{yy} = 0,9914$; $S = 0,5017$
	24 horas 40°C	$Y = 47,23 (1 + 341,6 e^{-1,29x})^{-1}$ $R_{yy} = 0,9947$; $S = 2,4309$
	48 horas 40°C	$Y = 12,39 (1 + 34012,54 e^{-1,98x})^{-1}$ $R_{yy} = 0,9954$; $S = 0,6463$
	72 horas 40°C	$Y = 3,06 (1 + 122516,98 e^{-1,79x})^{-1}$ $R_{yy} = 0,9971$; $S = 0,1199$
	96 horas 40°C	---
	24 horas 45°C	$Y = 44,12 (1 + 347,59 e^{-1,29x})^{-1}$ $R_{yy} = 0,9940$; $S = 2,4068$
	48 horas 45°C	$Y = 0,05 (1 + 1,38 e^{-2,39x})^{-1}$ $R_{yy} = 0,9851$; $S = 0,1791$
	72 horas 45°C	---
96 horas 45°C	---	

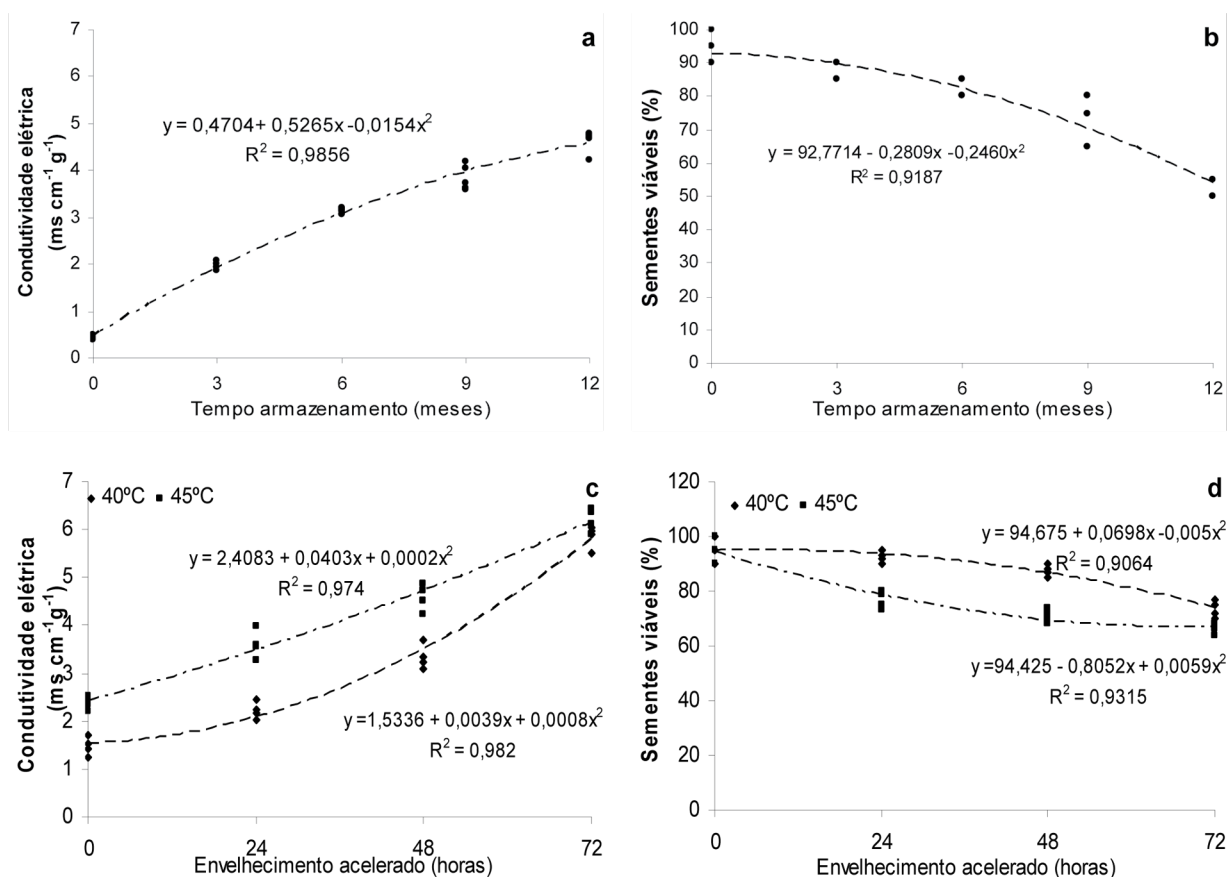


Figura 2. Condutividade elétrica e porcentagem de sementes viáveis pelo teste do tetrazólio a 0,05% por 10 horas de sementes de *Melanoxylon brauna*, em função do envelhecimento natural (a - b) e artificial a 40°C e 45°C (c - d).

Figure 2. Electrical conductivity and percentage of viable seeds by tetrazolium test at 0,1% for 10 hours of seeds of *Melanoxylon brauna* under natural (a - b) and artificial ageing at 40°C and 45°C (c - d).

A deterioração provocada pelo envelhecimento acelerado também aumentou a condutividade elétrica nas temperaturas de 40 e 45°C (Figura 2c), o que é confirmado, de forma inversamente proporcional, pela redução na porcentagem de sementes viáveis analisadas pelo teste de tetrazólio (Figura 2d). Esses dois testes de análise do vigor foram aplicados nas sementes envelhecidas até 72 horas em ambas as temperaturas, pois as sementes envelhecidas por 96 horas apresentaram elevado grau de apodrecimento.

Considerando-se a perda da capacidade de germinar como o último evento que acontece no processo de deterioração (DELOUCHE, 1974; MARCOS FILHO, 2005), sugere-se que uma sequência de eventos ocorra nas sementes após a maturidade fisiológica e antes da perda completa da sua viabilidade. Segundo Delouche e Baskin (1973) e Carvalho (1994), essa sequência provável de alterações na semente se inicia com a desorganização de membranas e perda do controle de sua permeabilidade. De acordo com Vieira *et al.* (1994), as alterações degenerativas, que ocorrem nas estruturas internas da semente durante o envelhecimento, promovem descontrole no metabolismo e nas trocas de água e de solutos entre as células e o meio exterior, determinando a queda da viabilidade e vigor da semente, e isso é verificado pelo aumento na quantidade de lixiviados durante o processo de embebição (LIN, 1988; MARCOS FILHO *et al.*, 1990).

Os testes de vigor baseados na integridade dos sistemas de membranas da semente vêm merecendo especial atenção, por identificar o processo de deterioração na sua fase inicial e permitir que medidas corretivas sejam tomadas para reduzir ou minimizar o seu efeito na qualidade fisiológica da semente (DIAS e MARCOS FILHO, 1996).

O uso da condutividade elétrica no estudo da deterioração vem sendo realizado visando sua aplicabilidade em sementes florestais (SANTOS e PAULA, 2005), podendo-se citar algumas espécies como *Pinus* (BONNER, 1991), *Inga uruguensis* (BARBEDO e CÍCERO, 1998), *Cedrela fissillis* (BORGES *et al.*, 1990; CORVELLO *et al.*, 1999; CHEROBINI *et al.*, 2008), *Piptadenia cummunis* (BORGES *et al.*, 1992), *Dalbergia nigra* (MARQUES *et al.*, 2002a; MARQUES *et al.*, 2002b), *Guazuma ulmifolia* (GONÇALVES, 2003), *Copaifera langsdorffii* (FERREIRA *et al.*, 2004), *Tabebuia chrysotricha* (FONSECA *et al.*, 2005), *Sebastiania commersoniana* (SANTOS e PAULA, 2005) e *Caesalpinia peltophoroides* (PONTES *et al.*, 2006).

CONCLUSÃO

O envelhecimento acelerado, em qualquer temperatura, reduz a germinação e aumenta a sensibilidade ao estresse hídrico do que o natural até os 12 meses de armazenamento, muito embora os dados da temperatura de 40°C por 96 horas tivessem similaridades com os dos demais parâmetros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBEDO, C.J.; CÍCERO, S.M. Utilização do teste de condutividade elétrica para previsão do potencial germinativo de sementes de ingá. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.55, n.2, p.249-259, 1998.
- BONNER, F.T. Leachate conductivity: a rapid nondestructive test for pine seed quality. *Tree Planter's Notes*, Washington, v.42, n.2, p.41-44, 1991.
- BORGES, E.E.L.; BORGES, R.C.G.; BUCKERIDGE, M.S. Alterações nas composições de carboidratos e de ácidos graxos em sementes de jacarandá-da-bahia osmocondicionadas. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, Campos dos Goytacazes, v.12, n.1, p.10-16, 2000.
- BORGES, E.E.L.; CASTRO, J.L.D.; BORGES, R.C.G. Alterações fisiológicas em sementes de jacaré (*Piptadenia communis*) submetidas ao envelhecimento precoce. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.14, n.1, p.9-12, 1992.
- BORGES, E.E.L.; CASTRO, J.L.D.; BORGES, R.C.G. Avaliação fisiológica de sementes de cedro submetidas ao envelhecimento precoce. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.12, n.1, p.56-62, 1990.
- BRUGGINK, H.; KRAAK, H.L.; DIJEMA, M.H.G.E.; BEKENDAM, J. Some factors influencing electrolyte leakage from maize (*Zea mays* L.) kernels. *Seed Science Research*, Wallingford, v.1, n.1, p.15-20, 1991.
- CAMARGO, M.L.P.; MORI, E.S.; MELLO, E.J.; ODA, S.; LIMA, G.P.A. 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.
- CARNEIRO, J.G.A. Armazenamento de sementes florestais. *Série técnica FUIPEF*, Curitiba, n.14, p.1-35, 1985.

- 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.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.
- 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.
- CORVELLO, W.B.V.; VILLELA, F.A.; NEDEL, J.L.; PESKE, S.T. Maturação fisiológica de sementes de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n.2, p.23-27, 1999.
- DELOUCHE, J.C. Maintaining soybean seed quality. **TVA Bulletin**, Muscle Shoals, n.69, p.40-63, 1974.
- DELOUCHE, J.C.; BASKIN, C.C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.1, n.2, p.427-452, 1973.
- DIAS, D.C.F.S.; MARCOS FILHO, J. Teste de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de soja. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.53, n.1, p.31-42, 1996.
- FANAN, S.; MEDINA, P.F.; LIMA, T.C; MARCOS FILHO J. Avaliação do vigor de sementes de trigo pelos testes de envelhecimento acelerado e de frio. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.28, p.152-158, 2006.
- FAO. **Simple technologies for charcoal making**. Rome, 1983. 154p. (FAO Forestry Paper, 41).
- FERREIRA, R.A.; OLIVEIRA, L.M.; CARVALHO, D.; OLIVEIRA, A.F.; GEMAQUE, R.C.R. Qualidade fisiológica de sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae Caesalpinioideae) envelhecidas artificialmente. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.35, n.1, p.82-86, 2004.
- FONSECA, R.L.; MENEGARIO, C.; MORI, E.S.; NAKAGAWA, J. Maturidade fisiológica das sementes do ipê amarelo, *Tabebuia chrysostricha* (Mart. Ex DC.) Standl. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 69, p.136-141, 2005.
- GONÇALVES, E.P. **Avaliação do potencial fisiológico de sementes de mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.) por meio de diferentes testes de vigor**. 2003. 64p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.
- GRABE, D.F. **Manual do teste de tetrazólio**. Brasília: AGIPLAN, 1976. 85p.
- IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS. **Lista oficial de flora ameaçada de extinção**. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/flora>>. Acesso em: 18/10/2008.
- ISTA - INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. International rules for seed testing. **Seed Science and Technology**, Zürich, Supplement, p.1-363, 1993.
- LABORIAU, L.G.; AGUDO, M. On the physiology of seed germination in *Salvia hispanica* L.: 1- temperature effects. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.59, n.1, p.37-56, 1987.
- LIN, S.S. Efeito do período de armazenamento na lixiviação eletrolítica dos solutos celulares e qualidade fisiológica de sementes de milho (*Zea mais* L) e feijão (*Phaseolus vulgaris* L. **Revista Brasileira de Sementes**, Viçosa, v.10, n.1, p.59-67, 1988.
- LOEFFLER, T.M.; TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. **Journal of Seed Technology**, Springfield, v.12, n.1, p.37-53, 1988.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 352p.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495 p.
- MARCOS FILHO, J.; SILVA, W.R.; NOVENBRE, A.D.C.; CHAMMA, H.M.C.P. Estudo comparativo de métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, com ênfase ao teste de condutividade elétrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.25, n.12, p.1805-1815, 1990.
- MARQUES, M.A.; PAULA, R.C.; RODRIGUES, T.J.D. Adequação do teste de condutividade elétrica para determinar a qualidade fisiológica de sementes de jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. ex. Benth). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.24, n.1, p.271-278, 2002a.

- MARQUES, M.A.; PAULA, R.C.; RODRIGUES, T.J.D. Efeito do número de sementes e do volume de água na condutividade elétrica de sementes de *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. ex. Benth. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.24, n.1, p.254-262, 2002b.
- MOORE, R.P. Interpretation of color differences in tetrazolium testing. **Seed Technologist News**, Zürich, v.44, n.3, p.22-24, 1972.
- PONTES, C.A.; CORTE, V.B.; BORGES, E.E.L.; GOMES, A.; BORGES, R.C.G. Influência da temperatura de armazenamento na qualidade de sementes de *Caesalpinia peltophoroides* Benth. **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.1, p.43-48, 2006.
- ROBERTS, E.H. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.1, n.3, p.499-514, 1973.
- SANTOS, C.M. **Influência do controle do crescimento, do uso de fungicidas e da frequência de colheita, nos caracteres agrônômicos e na qualidade da fibra e da semente do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.)**. 1993. 184p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1993.
- SANTOS, S.R.G.; PAULA, R.C. Teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baill) Smith & Downs – Euphorbiaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.27, n.2, p.136-145, 2005.
- SANTOS, S.R.G.; PAULA, R.C. Teste de envelhecimento acelerado para avaliação do vigor de lotes de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs (branquilha) – Euphorbiaceae. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.19, n.1, p.1-12, 2007.
- SILVA, J.B.; NAKAGAWA, J. Estudo de fórmulas para cálculos da velocidade de germinação. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.5, n.1, p.62-73, 1995.
- VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M.; SADER, R. Testes de vigor e suas possibilidades de uso. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Ed.). **Teste de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.31-47.
- WOODSTOCK, L.W. Physiological and biochemical test for seed vigor. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.1, p.127-57, 1973.

Recebido em 15/05/2009

Aceito para publicação em 22/03/2010

