

TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO EM SEMENTES DE *Chorisia glaziovii* (Kuntze) (Malvaceae)

ACCELERATED AGING TEST IN SEEDS OF *Chorisia glaziovii* (KUNTZE) (Malvaceae)

Roberta Sales GUEDES¹; Edna Ursulino ALVES²; Lamartine Soares Bezerra de OLIVEIRA³

1. Bióloga, Professora, Doutora, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC. guedes.r.s@ufsc.br; 2. Professora, Doutora, Departamento de Fitotecnia, UFPB; 3. Engenheiro agrônomo, doutorando em Ciências Florestais – UnB, Brasília, DF, Brasil.

RESUMO: A paineira-branca, *Chorisia glaziovii* (Kuntze) é uma espécie nativa do Nordeste brasileiro, pertencente à família Malvaceae, é bastante utilizada na medicina popular, como ornamental e na recomposição de áreas degradadas e na indústria de estofados. Na análise do vigor de sementes, o teste de envelhecimento acelerado é uma das opções disponíveis, mas não há informações suficientes sobre a sua eficiência para sementes essências florestais, como as de *C. glaziovii*. Assim, objetivou-se com esta pesquisa avaliar o comportamento de lotes de sementes de *C. glaziovii* submetidas ao teste de envelhecimento acelerado. No experimento foi utilizado delineamento inteiramente casualizado, com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 4 x 3, sendo três lotes e quatro períodos de envelhecimento (0, 24, 48 e 72 horas). As sementes foram distribuídas em camada única sobre tela, em caixas plásticas contendo 40 mL de água destilada, no interior de uma câmara tipo BOD, regulada a 41°C. O teor de água, porcentagem de germinação e de emergência, bem como o índice de velocidade de germinação e de emergência foram avaliados antes e após o envelhecimento acelerado. Constatou-se que o envelhecimento acelerado por 48h a 41°C é eficiente na separação dos lotes de sementes de *C. glaziovii* podem em níveis de vigor.

PALAVRAS - CHAVE: Barriguda. Sementes florestais. Planta ornamental. Análise de sementes.

INTRODUÇÃO

A *Chorisia glaziovii* O. Kuntze é uma essência florestal nativa do Nordeste brasileiro, encontrada na caatinga hipoxerófila e pertence à família Malvaceae. A árvore é popularmente denominada de barriguda, barriguda de espinho, paineira-branca, barriguda-do-pantanal, árvore-da-seda e árvore-da-lã (LORENZI, 2002), a qual é ornamental de tronco bojudo, com floração branca muito vistosa que ocorre entre setembro e outubro, período no qual perde totalmente a folhagem, dando lugar a exuberante florescimento, onde flores brancas conferem à árvore beleza ímpar.

O fruto é do tipo cápsula elipsoide e as sementes são revestidas por uma fibra conhecida como paina, a qual é utilizada nas indústrias de estofados, no enchimento de travesseiros, colchões e revestimentos em geral. A planta apresenta forma e arquitetura excelentes para plantios heterogêneos em recomposição de áreas degradadas, devido ao seu rápido crescimento. Seus frutos são apreciados por periquitos e maritacas, que consomem a casca e a semente, mesmo quando imaturos (LORENZI, 2002). Quanto ao uso da espécie na medicina popular, há registros para o emprego contra doenças do coração e pressão alta, cujas partes utilizadas são partes da casca e as flores (LUCENA et al., 2008).

Em relação à análise da qualidade de sementes, o vigor é um dos aspectos mais importantes, uma vez que o processo de deterioração está diretamente relacionado a ele, o qual pode afetar não só o estabelecimento da plântula, mas também influenciar o crescimento e o desenvolvimento da planta adulta (GARCIA et al., 2004; SOUZA et al., 2009).

Os testes empregados para a determinação da qualidade fisiológica das sementes são os de germinação e vigor. Dentre estes se destaca o teste de envelhecimento acelerado, que foi desenvolvido para avaliar o vigor de sementes tentando estimar o potencial de armazenamento (SOUZA et al., 2009), proporcionando informações com alto grau de consistência (MARCOS FILHO, 1999).

O envelhecimento acelerado é um teste de vigor baseado na simulação de fatores ambientais adversos tais como altas temperaturas e umidade relativa elevada, que são relacionados como causadores da deterioração das sementes (GUEDES et al., 2009). Desta forma, o teste consiste em submeter às mesmas às condições adversas de temperatura (40-45°C) e umidade relativa do ar (100%), durante certo período e, em seguida, observar a resposta através do teste padrão de germinação (MARCOS FILHO, 1999). Nessa situação, sementes com menor qualidade deterioram-se mais rapidamente do que as mais

vigorosas, com reflexos na germinação, após o período de envelhecimento artificial (MIRANDA et al., 2001).

Esta é uma metodologia auxiliar, cujo emprego está sendo bastante promissor em sementes de essências florestais, não só na área de tecnologia e análise, como também em outras (PIÑA-RODRIGUES, 1984). Para sementes de algumas essências florestais há metodologias do teste de envelhecimento acelerado padronizadas, ou seja, indicam a temperatura e o período ideal à realização desse teste, de modo a classificar as sementes quanto ao vigor, tais como: sementes de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan 40°C/24h (GARCIA et al., 2004), *Chorisia speciosa* St. Hil. 45°C/72h (FANTI; PEREZ, 2005), *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs 45°C/96h (SANTOS; PAULA, 2007), *Zinnia elegans* Jacq. 40°C/72 e 96h e sementes de *Erythrina velutina* Willd. 41°C/72h ou 45°C/24h (GUEDES et al., 2009).

Mediante a relevância de tais estudos e da escassez de informações neste aspecto com essências florestais, este trabalho teve como objetivo avaliar as mudanças na qualidade fisiológica de lotes de sementes de *Chorisia glaziovii*, submetidas ao teste de envelhecimento acelerado,

MATERIAL E MÉTODOS

Para o experimento foram utilizadas sementes de *Chorisia glaziovii* obtidas de cápsulas colhidas de cinco árvores matrizes, em três localidades distintas, as quais correspondem aos lotes: L₁ - Sítio Bosque (Campina Grande - PB); L₂ - Pocinhos - PB e L₃ - Distrito de São José da Mata (Campina Grande - PB). Após a coleta as cápsulas foram levadas ao laboratório, onde as sementes foram beneficiadas manualmente e mantidas, à sombra, para secagem natural por cinco dias. Em seguida foram realizados os seguintes testes e determinações: teor de água, teste de germinação, teste de emergência e índice de velocidade de germinação e de emergência e teste de envelhecimento acelerado.

O teor de água das sementes foi determinado a cada período de envelhecimento, pelo método padrão da estufa a 105 ± 3°C, por 24 horas (BRASIL, 2009), com a utilização de quatro subamostras de 25 sementes para cada tratamento, cujos resultados foram expressos em porcentagem.

No teste de germinação, para cada tratamento utilizou-se 100 sementes, as quais foram divididas em quatro repetições com 25. As sementes

foram distribuídas sobre duas folhas de papel toalha, cobertas com uma terceira e embaladas em forma de rolo. O papel toalha foi umedecido com água destilada, na quantidade equivalente a três vezes a massa do papel seco, sem adição posterior. Os rolos foram acondicionados em sacos plásticos transparentes, de 0,04 mm de espessura, com a finalidade de evitar a perda de água por evaporação; em seguida foram colocados em germinador tipo *Biochemical Oxygen Demand* chamber (BOD), regulado para o regime de temperatura constante de 25°C, com fotoperíodo de oito horas, utilizando lâmpadas fluorescentes tipo luz do dia (4 x 20 W). As avaliações foram efetuadas diariamente após a instalação do teste, por um período de 12 dias, quando o experimento foi encerrado. As contagens foram realizadas considerando-se como sementes germinadas aquelas que emitiram a raiz primária e a parte aérea (plântulas normais).

Para a emergência em campo utilizaram-se quatro repetições de 25 sementes de cada lote, as quais foram semeadas em sulcos de 1,0 m de comprimento e distanciadas 20 cm entre si, a uma profundidade de 2,0 cm. As contagens foram realizadas entre nove e vinte um dias após a semeadura, considerando-se germinadas as sementes que emitiram o hipocótilo e, os resultados foram expressos em porcentagem.

Os índices de velocidade de germinação (IVG) e índice de velocidade de emergência (IVE) foram realizados juntamente com os testes de germinação e de emergência em campo, onde se efetuou contagens diárias das plântulas normais, durante 12 e 21 dias (IVG e IVE, respectivamente), à mesma hora, a partir da primeira contagem e, os índices foram calculados empregando-se a fórmula proposta por Maguire (1962), onde:

$$IVG = \frac{G_1}{N_1} + \frac{G_2}{N_2} + \dots + \frac{G_n}{N_n}, \text{ em que IVG} = \text{índice}$$

velocidade de germinação; G₁, G₂ e G_n = número de plântulas normais germinadas a cada dia; N₁, N₂, ... N_n = número de dias decorridos da semeadura a primeira, segunda e última contagem.

Para o teste de envelhecimento acelerado utilizou-se o procedimento proposto pela AOSA (1983) e descrito por Marcos Filho (1999), sendo distribuídas, uniformemente, 100 sementes sobre uma tela de alumínio, fixadas em caixas plásticas, tipo gerbox, contendo 40 mL de água destilada, as quais foram fechadas e mantidas a 41°C (100% UR) por 0, 24, 48 e 72h. O período zero correspondeu à testemunha (sem envelhecimento) e, ao término de cada período, as sementes foram submetidas ao teste

de germinação, emergência e determinação do teor de água.

A análise estatística dos dados foi realizada, segundo o delineamento experimental inteiramente ao acaso, com os tratamentos dispostos em esquema fatorial 3 x 4 (lotes e períodos de envelhecimento), em quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott - Knott, sendo os dados quantitativos submetidos à análise de regressão para as

características onde o teste F para os tratamentos foi significativo a $p > 0,05\%$, utilizando-se o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 1992).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 encontra-se o resumo da análise de variância (Quadrado Médio) e coeficiente de variação (CV) de sementes de *Chorisia glaziovii*.

Tabela 1. Resumo da análise de variância (Quadrado Médio) e coeficiente de variação (CV) de lotes de sementes de *Chorisia glaziovii* em função dos períodos de envelhecimento.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		GERM	EMER	IVG	IVE
LOT (L)	2	2620,333333**	2575,000000**	3,338131**	4,445399**
PER (P)	3	6787,888889**	8662,555556**	4,639068**	1,112697**
P x L	6	51,888889**	109,222222**	0,084740**	0,068985**
Resíduo	47	26119,666667	31901,000000	21,376172	12,787027
CV%		4,59	5,12	3,95	4,09

** = Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Os resultados relativos ao teor de água inicial das sementes de *C. glaziovii* e aqueles atingidos após a realização do envelhecimento acelerado são apresentados na Figura 1 e Tabela 2. No início do teste as sementes encontravam-se com teor de água em torno de 10,68% (L_1), 10,68% (L_2) e 11,0% (L_3), no teste em que se recomenda que as sementes tenham um teor de água inicial entre 11 e 13% (MARCOS FILHO, 1999). Ainda segundo o autor, diferenças de 1 a 2% no teor de água entre amostras não são comprometedoras; entretanto, diferenças acentuadas podem provocar alterações na velocidade de umedecimento das sementes durante o tratamento de envelhecimento e determinar diferenças na intensidade de deterioração.

Após 24 horas de envelhecimento verificou-se, em geral, que as sementes absorveram água, atingindo às 72 horas valores que variaram de 18,0 a 20,0% (Tabela 2). De acordo com Carvalho e Nakagawa (2000), incrementos nos teores de água favorecem o aumento da temperatura na semente, em decorrência dos processos respiratórios e da maior atividade de microorganismos. Em todas as avaliações, no final do teste verificou-se que não houve diferenças acentuadas do teor de água das sementes de *C. glaziovii* (Tabela 2), o que sugere uniformidade na condução do envelhecimento acelerado, uma vez que Marcos Filho (1999) relatou que variações do teor de água entre 3 e 4% entre as amostras são toleráveis.

♦ L_1 ■ L_2 ▲ L_3

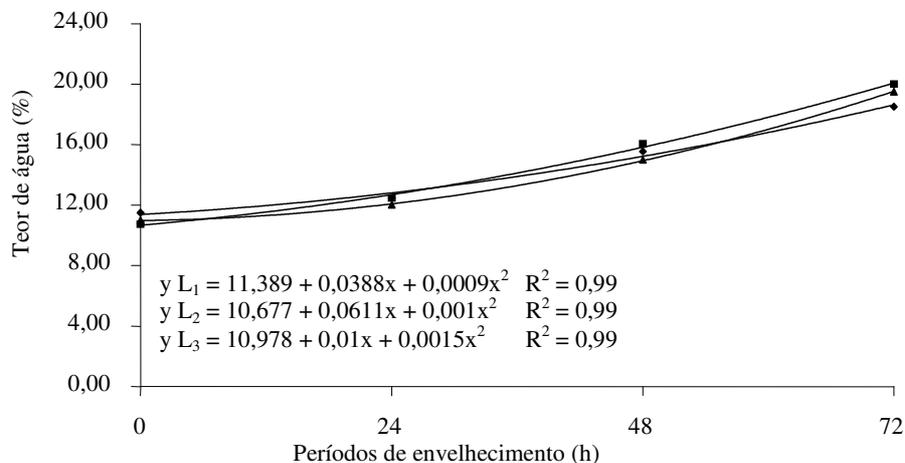


Figura 1. Teor de água de três lotes de sementes de *Chorisia glaziovii* O. Kuntze antes e após o envelhecimento acelerado.

Tabela 2. Caracterização da qualidade fisiológica dos lotes de sementes de *Chorisia glaziovii* O. Kuntze, pelo teor de água, germinação, emergência em campo, índice de velocidade de germinação (IVG) e de emergência (IVE), antes e após o envelhecimento acelerado.

Lotes	Teor de água (%)			
	Períodos (h)			
	0	24	48	72
L ₁	11,50 a	12,48 a	15,56 a	18,51 b
L ₂	10,75 a	12,48 a	16,05 a	20,00 a
L ₃	11,00 a	12,02 a	15,00 b	19,50 a
Lotes	Germinação (%)			
	Períodos (h)			
	0	24	48	72
L ₁	86,00 a	78,00 a	70,00 a	33,00 a
L ₂	66,00 c	54,00 c	35,00 c	11,00 c
L ₃	73,00 b	65,00 b	46,00 b	18,00 b
Lotes	Emergência em campo(%)			
	Períodos (h)			
	0	24	48	72
L ₁	76,00 a	68,00 a	30,00 a	18,00 a
L ₂	51,00 c	31,00 c	10,00 c	0,00 c
L ₃	67,00 b	45,00 b	15,00 b	0,00 b
Lotes	IVG (%)			
	Períodos (h)			
	0	24	48	72
L ₁	3,34 a	3,00 a	2,19 a	2,02 a
L ₂	2,42 c	2,11 b	1,67 c	0,90 c
L ₃	2,54 b	2,23 b	1,86 b	1,13 b
Lotes	IVE (%)			
	Períodos (h)			
	0	24	48	72
L ₁	2,42 a	2,32 a	2,26 a	1,51 a
L ₂	1,39 c	1,21 b	1,14 b	0,76 c
L ₃	1,68 b	1,41 b	1,22 b	1,05 b

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Scott - Knott.

Os dados referentes à porcentagem de germinação das sementes *C. glaziovii* submetidas a diferentes condições de envelhecimento acelerado, são mostrados na Figura 2 e (Tabela 2), pelos quais se constatou uma redução significativa da porcentagem de germinação, quando as sementes foram submetidas às condições de envelhecimento acelerado. Para aquelas não submetidas ao envelhecimento (zero), a porcentagem de germinação foi de 86, 66 e 73%, respectivamente nos lotes L₁, L₂ e L₃ (Tabela 2). Porém, foi verificada uma tendência de redução na viabilidade das sementes com o aumento do tempo de permanência destas na câmara de envelhecimento,

tornando-se mais evidente a partir do tempo de exposição de 48 horas de envelhecimento, quando se registrou redução da porcentagem de germinação, indicando uma perda da qualidade fisiológica das sementes.

Fanti e Perez (2005) avaliando a qualidade das sementes de *Chorisia speciosa* St. Hil. verificaram que as reduções mais acentuadas na porcentagem de germinação foram verificadas a partir de 96 horas (57%) e 120 horas (13,5%) de envelhecimento, enquanto que o período de 144 horas de permanência em câmara de envelhecimento precoce inibiu completamente a germinação das sementes.

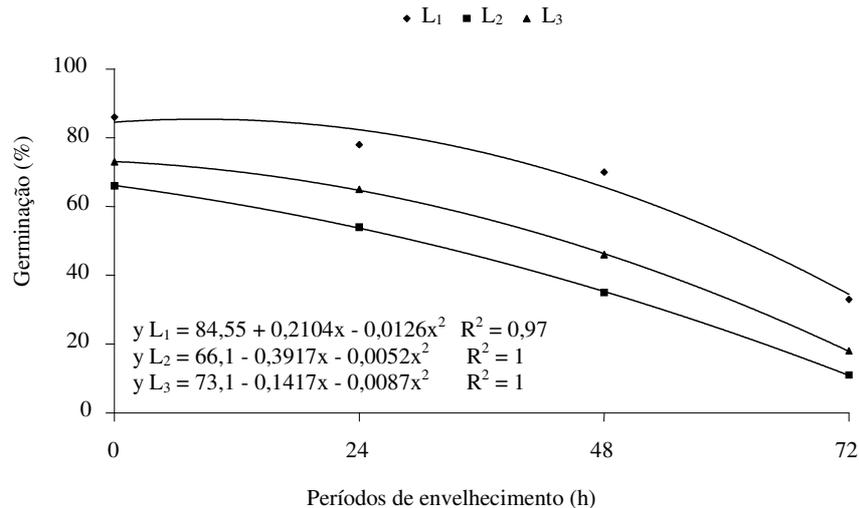


Figura 2. Germinação de três lotes de sementes de *Chorisia glaziovii* (O. Kuntze) antes e após o envelhecimento acelerado.

As alterações degenerativas que ocorrem nas estruturas internas da semente promovem um descontrole no metabolismo e nas trocas de água e de solutos entre as células e o meio exterior, determinando a queda da viabilidade da semente (VIEIRA et al., 1994). Para Carvalho (1994), o processo de envelhecimento de sementes tem como consequência inicial a desestruturação dos sistemas de membranas em nível celular, sendo a causa imediata dessa desestruturação a ação de grupos químicos de alta reatividade, denominados radicais livres.

O índice de velocidade de germinação (IVG) decresceu com o aumento do tempo de envelhecimento, especialmente a partir de 48h nos lotes L₂ e L₃ (Figura 3 e Tabela 2). Por outro lado, as sementes do lote L₁ eram mais vigorosas, sendo isto evidenciado pela sua maior velocidade de germinação, mesmo quando submetidas a condições de estresse de 72h de envelhecimento. Os dados correspondem ao que mencionaram Carvalho e Nakagawa (2000) quando relataram que sementes de vigor alto geralmente germinam mais rapidamente.

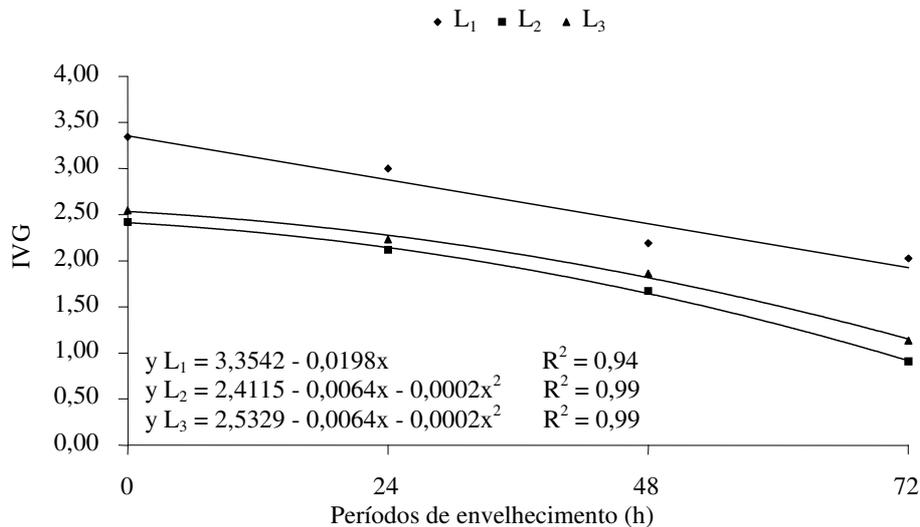


Figura 3: Índice de velocidade de germinação (IVG) de três lotes de sementes de *Chorisia glaziovii* (O. Kuntze) antes e após o envelhecimento acelerado.

Outro fator que, possivelmente, pode ter contribuído para a redução tanto da germinação quanto da velocidade de germinação das sementes

foi a presença dos fungos sobre as sementes, sendo constatada uma maior incidência nos tratamentos a partir de 48 horas de envelhecimento, quando

retiradas da câmara de envelhecimento e, também, após a instalação do teste de germinação. De acordo com Bewley e Black (1994), o envelhecimento provoca aumento da permeabilidade da membrana celular, levando à perda de solutos osmoticamente ativos para o substrato, o que gera proliferação de fungos e, segundo Popinigis (1985) esses patógenos têm a capacidade de reduzir o poder germinativo da semente, bem como causar a morte do embrião.

Resultados semelhantes foram obtidos em *Chorisia speciosa* St. Hil., onde Fanti e Perez (2005) também constataram a presença de fungos

nas sementes a partir das 72 horas de envelhecimento, prejudicando desta forma o teste.

De acordo com os resultados do teste de emergência de plântulas constatou-se que as sementes do lote L₁ tinham potencial fisiológico superior, com um percentual inicial de emergência de 76%, enquanto que a emergência daquelas dos lotes L₂ e L₃ foi de 51 e 67%, respectivamente (Tabela 2). Após 72h de envelhecimento não houve registro de plântulas nos lotes L₂ e L₃, enquanto no lote L₁ verificou-se 18%, confirmando o seu alto vigor, mesmo quando submetido a condições de estresse (Figura 4 e Tabela 2).

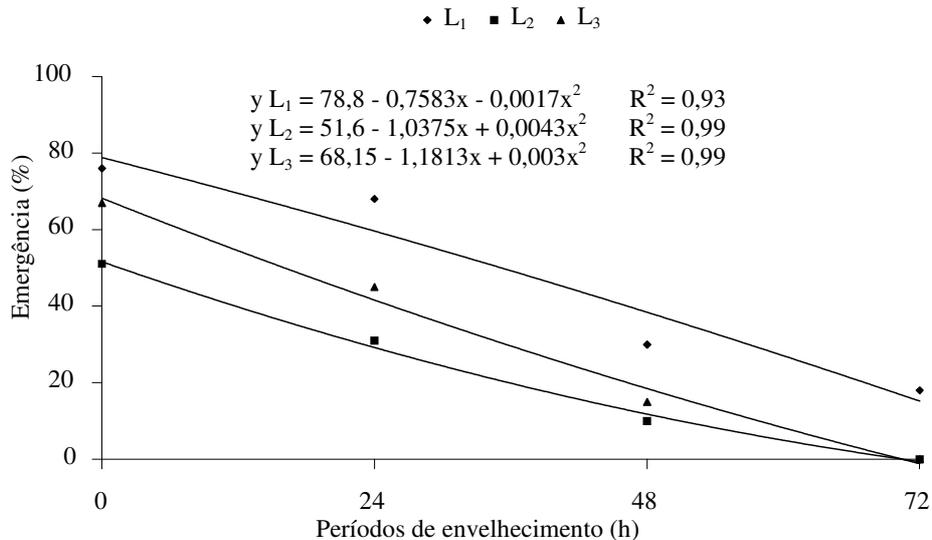


Figura 4. Emergência de plântulas oriundas de três lotes de sementes de *Chorisia glaziovii* (O. Kuntze) antes e após o envelhecimento acelerado.

Estes resultados estão de acordo com Marcos Filho (1999), quando afirmou que o teste de envelhecimento baseia-se na aceleração artificial da taxa de deterioração das sementes, mediante sua exposição à temperatura e umidade relativa do ar elevadas.

Quanto ao índice de velocidade de emergência (IVE) das plântulas de *C. glaziovii* (Figura 5 e Tabela 2) observou-se, mais uma vez, que as sementes dos lotes L₂ e L₃ estão menos vigorosas que aquelas do lote L₁, cujo o IVE foi de 2,42 antes do envelhecimento e atingiram um índice de 1,51 às 72h. Enquanto isso, o IVE das sementes dos lotes L₂ e L₃ foi 1,39 e 1,68 antes do envelhecimento e, atingiram um índice de 1,51 às 72h.

A redução gradativa da viabilidade e do vigor (IVE) das sementes promovida pelas condições estressantes durante o envelhecimento acelerado se deve, possivelmente, a um maior consumo das reservas, decorrente da acelerada atividade metabólica (respiração celular) nestas

condições e, conseqüentemente, menor velocidade para emergência das plântulas. Segundo Matthews (1985) a manifestação inicial mais evidente do processo de envelhecimento é o declínio da velocidade de germinação das sementes viáveis, ocorrendo, em seguida, a redução do tamanho das plântulas e, o aumento da incidência de plântulas anormais.

Tanto a germinação, quanto o vigor determinado pelos testes de índice de velocidade de germinação e de emergência, assim como emergência de plântulas no campo foram sensíveis aos tratamentos. Assim, as diferenças observadas entre os resultados destes testes podem ser atribuídas à perda de vigor que precede à perda da germinação, de modo que sementes com percentual de germinação semelhante podem diferir quanto ao desempenho no campo, principalmente quando as condições de ambiente desviam-se das mais adequadas, proporcionando a separação dos lotes de sementes de *C. glaziovii* em níveis de vigor.

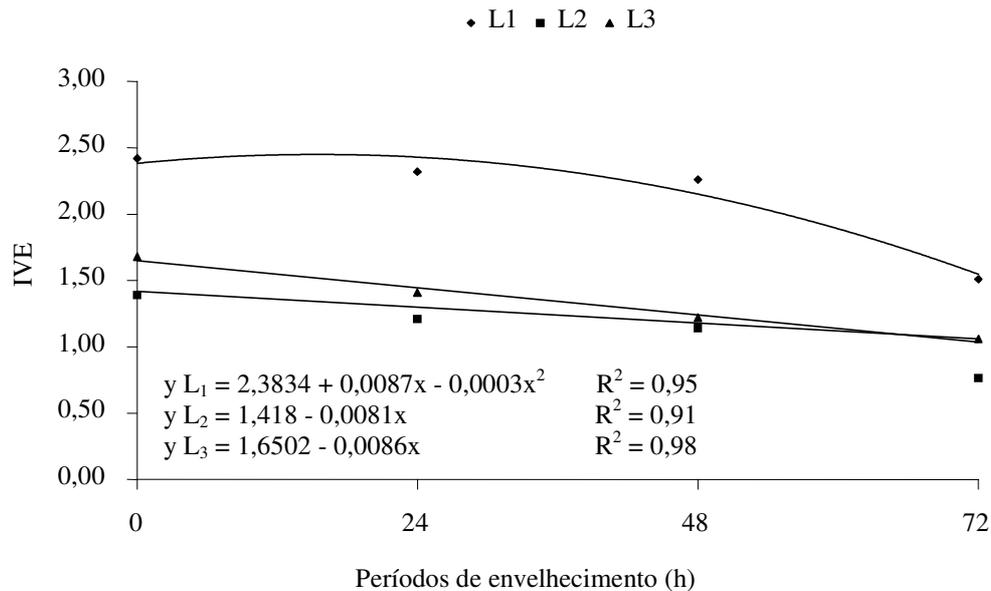


Figura 5. Índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas oriundas dos três lotes de sementes de *Chorisia glaziovii* (O. Kuntze) antes e após o envelhecimento acelerado.

CONCLUSÕES

O envelhecimento acelerado, a partir de 48 horas afetou a qualidade fisiológica de sementes de

Chorisia glaziovii (O. Kuntze), com redução da viabilidade e do vigor;

O envelhecimento acelerado conduzido a 41°C por 48h separa os lotes de sementes de *C. glaziovii* em níveis de vigor.

ABSTRACT: *Chorisia glaziovii* O. Kuntze, a species native to Northeast Brazil, belonging to the family Malvaceae is widely used in traditional medicine, in the restoration of the landscape and in the tapestry. In the valuation of seed vigor, the accelerated aging test is one of the options available, but there is enough information on their effectiveness for seeds of the forest species, such as *C. glaziovii*. The study's aim with this experiment to evaluate the behavior of seed lots of *C. glaziovii* subjected to accelerated aging test. In the experiment we used a completely randomized design with treatments arranged in a 4 x 3 factorial, with three lots and four accelerated aging periods (0, 24, 48 e 72 hours). Seeds were kept in gerbox with 40 mL of distilled water in a BOD chamber, at 41°C. Seeds were tested for moisture content, % of germination, emergence, speed of germination and emergence before and after aging. The results showed that the accelerated aging for 48h at 41°C is effective in the separation of seeds lots of *C. glaziovii* levels of vigor may.

KEYWORDS: Barriguda. Seeds forests. Ornamental plant. Seeds analysis.

REFERÊNCIAS

AOSA - ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigor testing handbook**. East Lansing, (Contribution, 32), 1983. 88p.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2.ed. New York: Plenum Press, 1994. 445p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 398p.

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. FUNEP: Jaboticabal, 2000. 588p.
- FANTI, S. C.; PEREZ, S. C. J. G. A. Efeitos do envelhecimento precoce no vigor de sementes de *Chorisia speciosa* St. Hil. - Bombacaceae. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 345-352, 2005.
- FERREIRA, D. F. SISVAR (Sistema para análise de variância para dados balanceados). Lavras, UFLA, 1992. 79p.
- 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.
- GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; GONÇALVES, E. P.; VIANA, J. S.; BRUNO, R. L. A.; COLARES, P. N. Q. Resposta fisiológica de sementes de *Erythrina velutina* Willd. ao envelhecimento acelerado. **Semina. Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 323-330, 2009.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação de plantas arbóreas nativas do Brasil**. São Paulo: Plantarum, 2002. 368p.
- LUCENA, R. F. P.; NASCIMENTO, V. T.; ARAÚJO, E. L.; ALBUQUERQUE, U. P. Local uses of native plants in area of caatinga vegetation Pernambuco - NE, Brazil. **Ethnobotany Research and Applications**, Países Baixos, v. 6, p. 3-13, 2008.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seeding emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p. 76-177, 1962.
- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 3.1-3.24.
- MATTHEWS, S. Physiology of seed ageing. **Outlook on Agriculture**, Elmsford, v. 14, n. 2, p. 89-94, 1985.
- MIRANDA, D. M.; NOVEMBRE, A. D. L. C.; CHAMMA, H. M. C. P. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de sorgo pelo teste de envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 23, n. 1, p. 226-231, 2001.
- PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Perspectivas da utilização do teste de envelhecimento precoce em sementes de essências florestais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL: MÉTODOS DE PRODUÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE DE SEMENTES E MUDAS FLORESTAIS, 1984, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR/IUFRO, 1984. p. 291-313.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior/Ministério da Educação e Cultura (ABEAS/MEC), 1985. 289p.
- SANTOS, S. R. G.; PAULA, R. C. Teste de envelhecimento acelerado para a avaliação do vigor de lotes de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs (branquilho) - Euphorbiaceae. **Revista Instituto Florestal**, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 1-12, 2007.
- SOUZA, S. A.; NAKAGAWA, J. MACHADO, C. G. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de aveia preta. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 31, n. 2, p. 155-163, 2009.
- 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.