

Envelhecimento acelerado em sementes de *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir.

Accelerated aging test in *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. seeds

Letícia Siqueira Walter¹ • Mônica Moreno Gabira² • Antonio Carlos Nogueira³

Abstract

This study aimed to verify the influence of accelerated aging test in the vigor of seeds of *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. After the measurement of the biometric characteristics of seeds, the treatment to overcome dormancy was applied, which consisted in the use of water at 100°C for 4 minutes. The accelerated aging test was conducted in a completely randomized design, with four replications of 50 seeds in each treatment. The seeds were artificially aged at 40, 43 and 46 °C during 24, 48, 72 and 96 hours. The degree of humidity (8.51 %) is characteristic of orthodox seeds, this value increased as the time of permanence of the seeds in aging treatments. The germination percentage and the germination speed index showed significant reduction in seeds subjected to higher temperatures and times, although there is no significant increase in average time of germination. The frequency of germination was homogeneous in seeds that were subjected to 40 °C, the homogeneity decreases with increasing temperature and the period of artificial aging. The results suggest that *Mimosa tenuiflora* seed deterioration during accelerated ageing is closely related to a decrease in germination.

Key words: Germination, coating, Brazil, vigor.

1. Mestranda do Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal, Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil; leticiasiqueira.walter@gmail.com

2. Doutoranda do Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal, Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil; monica.gabira@gmail.com

3. Professor Adjunto do Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil; nogueira@ufpr.br

Recibido: 07/10/2019

Aceptado: 14/11/2019

Publicado: 19/12/2019

DOI: [10.18845/v17i40.4907](https://doi.org/10.18845/v17i40.4907)

Resumo

Objetivou-se verificar a influência do envelhecimento acelerado no vigor de sementes de *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret. Após avaliação da biometria das sementes, estas foram submetidas a tratamento para superação de dormência, que consistiu na aplicação de água a 100 °C durante 4 minutos. O envelhecimento acelerado foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições de 50 sementes em cada tratamento. Os tratamentos aplicados foram de 40 °C, 43 °C e 46°C em 24, 48, 72 e 96 horas de permanência na câmara de envelhecimento. O grau de umidade inicial (8,51 %) é característico de sementes ortodoxas, este valor aumentou conforme o tempo de permanência das sementes na câmara de envelhecimento. A porcentagem e o índice de velocidade de germinação apresentaram redução significativa nos tratamentos com maiores temperaturas e tempos, apesar de não haver aumento significativo do tempo médio de germinação. A frequência de germinação foi mais homogênea nos tratamentos em que as sementes foram submetidas a 40 °C, a homogeneidade diminuiu com o aumento da temperatura e do tempo de permanência na câmara. Isto evidencia a redução do vigor das sementes de *Mimosa tenuiflora*, possivelmente devido a degradação das mesmas pelas altas temperaturas e incidência de fungos.

Key words: Germinação, caatinga, Brasil, vigor.

Introdução

Mimosa tenuiflora (Willd.) Poiret, conhecida popularmente como jurema-preta, calumbi ou jurema, é uma espécie característica da caatinga. Por ser uma espécie pioneira, com sistema radicular profundo e sementes ortodoxas, ocorre constantemente em áreas de solo degradado [1], o que configura sua importância ímpar na recuperação dessas áreas e posterior desenvolvimento de espécies mais exigentes, tais como *Myracrodruon urundeuva* Allem., *Handroanthus impetiginosus* (Mart. Ex. DC) Mattos, *Adenantha colubrina* (Vell.) e *Ziziphus joazeiro* Mart.

A espécie tem ocorrência em todo o Nordeste brasileiro e também no México, todas as suas partes são de interesse para os mais diversos fins, tais como rituais indígenas e curativos para queimaduras. Além dos usos medicinais, a espécie também tem madeira com características favoráveis para utilização na produção de moveis, cercas, bem como para fins energéticos e como forragem, por manter parcialmente sua folhagem nas épocas de estiagem [2].

Dada sua importância na restauração de áreas degradadas de caatinga, estudos acerca da germinação de sementes, produção de mudas, bem como importância ecológica da jurema-preta têm sido desenvolvidos [1], [3], [4], [5]. Experimentos envolvendo tecnologia de sementes florestais nativas, apesar de não serem de grande interesse econômico, são muito importantes para fornecerem subsídios a produtores de mudas e outras pesquisas relacionadas aos produtos oriundos destas espécies e seu uso na recuperação de ecossistemas.

Dentre os aspectos a serem considerados quando se trabalha com qualidade de sementes e produção de mudas, a germinação e o vigor das sementes são os mais empregados, com destaque para o segundo que, de acordo com Souza et al [6], relaciona-se com o potencial de armazenamento e deterioração das sementes. Em geral, sementes com maior vigor apresentam germinação mais elevada e maior quantidade de plântulas normais, mesmo após terem sido submetidas a condições adversas ou armazenamento prolongado [7].

O teste de vigor utilizando envelhecimento acelerado consiste em submeter sementes a fatores ambientais adversos, tais como altas temperaturas e umidade relativa elevada, condições consideradas causadoras de deterioração [8], e assim avaliar as sementes que ainda mantêm algum vigor após a exposição a estas condições [9].

As sementes submetidas às condições de envelhecimento acelerado têm a viabilidade e o vigor gradativamente reduzidos, provavelmente devido ao aumento da atividade metabólica, que acarreta um maior consumo das reservas e tem como consequência a menor velocidade de emergência das plântulas [10]. Sendo assim, este trabalho teve por objetivo verificar a influência do teste de envelhecimento acelerado no vigor de sementes de *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret.

Material e métodos

As sementes de *Mimosa tenuiflora* foram coletadas de 12 matrizes no município de Cabrobó/PE, em Janeiro de 2017. O município localiza-se sob as coordenadas 08°30'51" S e 39°18'36" W, a 325m de altitude. O clima da região é tipo BSh, caracterizado como clima semiárido quente, com verões extremamente quentes e invernos amenos, mas precipitação mínima. Após a coleta, os frutos maduros foram beneficiados e as sementes armazenadas em câmara fria a 3,4 °C até o início dos experimentos, que foram conduzidos no Laboratório de Análises de Sementes Florestais do Departamento de

Inicialmente foi realizada a caracterização física e biométrica das sementes. Para a biometria, 100 sementes foram medidas quanto ao comprimento, largura e espessura, utilizando um paquímetro digital com duas casas de precisão. O grau de umidade inicial foi determinado pelo método de estufa a 105 ± 3 °C, durante 24 horas, com duas amostras de 25 sementes [11]. O peso de mil sementes e número de sementes por quilo foi determinado a partir da pesagem de 8 amostras de 100 sementes, e calculando o coeficiente de variação [11].

O experimento de envelhecimento acelerado foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial, tendo como tratamentos 3 temperaturas (40, 43 e 46 °C) e 5 tempos de permanência na câmara de envelhecimento acelerado (0, 24, 48, 72 e 96 horas), o tratamento 0 h foi considerado como tratamento controle. Cada tratamento consistiu de 250 sementes, das quais 200 foram utilizadas para determinação da germinação em 4 repetições de 50 sementes e outras 50 sementes foram utilizadas para a determinação do grau de umidade após a aplicação dos tratamentos.

Antes do início do processo de envelhecimento, as sementes passaram por tratamento para superação de dormência, para isso foram colocadas em água a 100 °C por 4 minutos, de acordo com resultados obtidos por Benedito et al [12]. As sementes relativas a cada tratamento foram armazenadas em gerbox® contendo água destilada, acima da qual se encontrava uma tela onde as sementes foram alocadas. Os gerbox® foram acondicionados em câmara de envelhecimento acelerado, onde permaneceram sob as temperaturas e tempos indicados para cada tratamento.

Após, as sementes foram submetidas a teste de germinação à temperatura de 25°C, com luz constante e tendo como substrato papel mata-borrão, sendo este procedimento adaptado dos resultados obtidos por Benedito et al [12] para germinação da espécie. A contagem da germinação foi realizada diariamente até que não fosse observada a germinação de nenhuma semente por 3 dias consecutivos. Foram consideradas germinadas as sementes com emissão de radícula de no mínimo 2 mm.

Os parâmetros avaliados foram o percentual, índice de velocidade (IVG) [9], tempo médio (TMG), frequência relativa de germinação [13] e o grau de umidade antes e depois de cada um dos tratamentos. Os dados de percentual de germinação, IVG e TMG foram submetidos ao teste de Bartlett, para verificar a homogeneidade e ao teste de Shapiro-Wilk para verificação da normalidade, seguido de análise de variância e, em caso de

significância estatística, as médias foram submetidas ao teste de comparação de médias de Tukey ($p > 0,05$). Os dados expressos em porcentagem foram transformados em arco-seno a fim de normalizar a distribuição para realização das análises estatísticas.

Resultados e Discussão

A biometria realizada nas sementes resultou em comprimento médio de 3,39 mm ($\pm 0,31$ mm, CV=0,1 %), largura média de 3,01 mm ($\pm 0,27$ mm, CV=0,1 %) e espessura em média de 1,49 mm ($\pm 0,16$ mm, CV=0,1 %). O peso de mil sementes calculado foi igual 9,175 g e número de sementes por quilo foi igual a 108.991 sementes (CV=5,0 %). A análise biométrica de sementes florestais constitui importante ferramenta para avaliação da variabilidade genética entre populações, lotes ou indivíduos, contribuindo fundamentalmente para programas de melhoramento genético [14].

As espécies arbóreas tropicais apresentam grande variabilidade no tamanho das sementes e este aspecto pode estar associado às características de dispersão e estabelecimento de plântulas da espécie. Carvalho e Nakagawa [15] explicam que as sementes de maior tamanho possivelmente foram mais bem nutridas durante seu desenvolvimento e são, conseqüentemente, as mais vigorosas. As sementes de jurema-preta utilizadas neste experimento apresentam biometria homogênea, indicando que as diferenças observadas nos testes de germinação foram ocasionadas pelos fatores ambientais aos quais as sementes foram expostas durante o

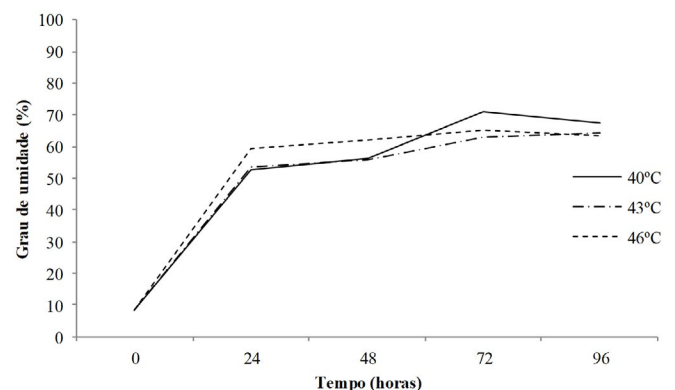


Figura 1. Grau de umidade de sementes de *Mimosa tenuiflora* submetidas a envelhecimento acelerado.

Figure 1. Degree of humidity of *Mimosa tenuiflora* seeds subjected to accelerated aging test.

Tabela 1. Porcentagem (%G), Índice de velocidade (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) e porcentagem de sementes não germinadas de *Mimosa tenuiflora* submetidas a envelhecimento acelerado.

Table 1. Germination percentage (%G), germination speed index (GSI), average germination time (AGT) and non-germinated percentage of *Mimosa tenuiflora* seeds subjected to accelerated aging test.

Tratamento	Germinação (%)	IVG	TMG (dias)	Sementes não germinadas	
				Mortas (%)	Duras (%)
Testemunha	63,0 ab	16,28 bc	2,35 a	15,5	21,5
40°C 24h	74,0 a	24,87 ab	2,19 a	16,5	11,5
40°C 48h	69,0 ab	21,10 ab	2,12 a	15,0	15,5
40°C 72h	54,0 ab	19,52 b	2,00 a	30,5	24,0
40°C 96h	67,5 ab	29,10 a	1,39 a	29,0	3,5
43°C 24h	44,0 bc	8,82 cd	2,84 a	23,5	6,5
43°C 48h	18,5 d	3,08 d	3,37 a	64,5	2,5
43°C 72h	12,5 d	2,41 d	2,14 a	63,0	8,0
43°C 96h	14,0 d	2,42 d	3,27 a	64,5	5,0
46°C 24h	27,5 cd	3,63 d	2,67 a	47,5	8,0
46°C 48h	2,5 e	0,29 d	3,17 a	75,5	6,0
46°C 72h	2,0 e	0,37 d	1,33 a	76,0	6,0
46°C 96h	1,5 e	0,46 d	1,75 a	81,0	1,5

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

envelhecimento acelerado.

O grau de umidade (GU) inicial das sementes foi de 8,51 %, indicando que as sementes desta espécie são ortodoxas e toleram longos períodos de armazenamento sem perder a viabilidade. Os dados obtidos após a aplicação dos tratamentos mostram um acréscimo considerável na umidade interior das sementes (Figura 1). Sementes ortodoxas, como é o caso da espécie em estudo, são caracterizadas como sementes cujo processo de maturação é encerrado com uma fase pré-programada de dessecação que reduz a atividade metabólica, preservando sua viabilidade [3].

O aumento no grau de umidade das sementes associado à elevação das temperaturas e tempo de exposição deve-se também à ocorrência de fungos, visto que a avaliação desta variável é feita através de pesagens. O aparecimento de fungos nos tratamentos com maior tempo de exposição (72 e 96 h) fez com que os resultados obtidos apresentassem maiores valores para o grau de umidade das sementes. Avaliando o vigor de sementes de mogno, Carvalho et al. [16] observou que com o decorrer do tempo de exposição das sementes ao envelhecimento acelerado, o grau de umidade teve um acréscimo considerável, principalmente na primeira avaliação, após 24h de exposição.

Os dados obtidos para as variáveis porcentagem de

germinação, IVG e TMG estão expostos na Tabela 1. É possível observar, de maneira geral, que ao aumentar a temperatura e o tempo de exposição, as sementes tiveram seu potencial germinativo reduzido, bem como o IVG. O TMG, no entanto, não apresentou diferença entre os tratamentos aplicados neste experimento.

As sementes submetidas ao envelhecimento a 40 °C por 24 horas apresentaram a maior porcentagem de germinação, não diferindo dos outros tempos de envelhecimento nesta temperatura, bem como da testemunha. Nota-se que o aumento da temperatura ocasionou reduções significativas na porcentagem de germinação, independentemente do tempo de permanência sob tais temperaturas. As condições às quais as sementes foram submetidas podem ter acelerado o processo de deterioração das mesmas, afetando o vigor e reduzindo a germinação.

Outro fator relevante para a redução do vigor das sementes seria o aparecimento de fungos no decorrer da avaliação, nota-se que a elevação da temperatura e tempo de permanência na câmara de envelhecimento acarretou no aumento expressivo na porcentagem de sementes com fungos, descritas na tabela como sementes mortas. Acredita-se que estes fungos sejam inerentes às sementes da espécie, pois foram tomados todos os cuidados necessários em relação à assepsia do material utilizado. Garcia et al. [7] e Caldeira e Perez [17]

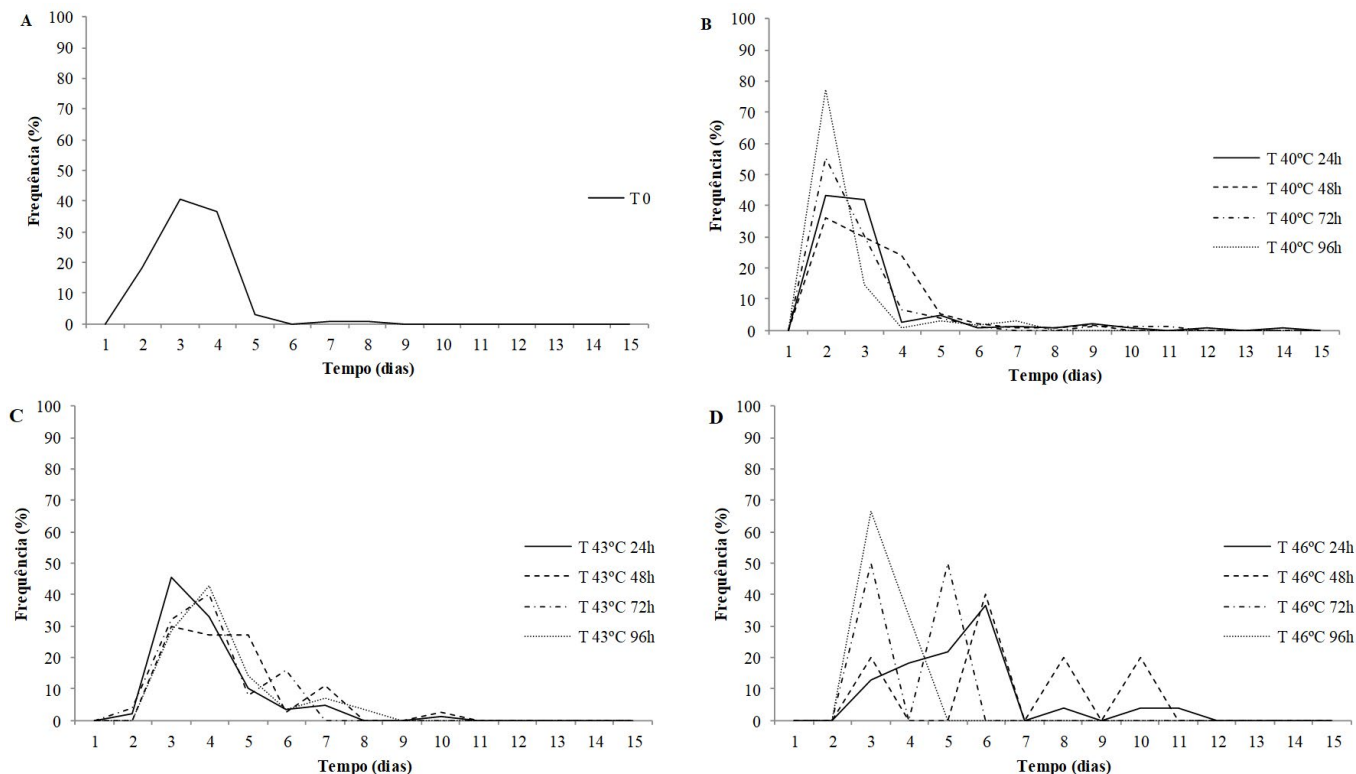


Figura 2. Frequência de germinação de sementes de *Mimosa tenuiflora* submetidas a envelhecimento acelerado. A – Testemunha; B – Envelhecimento a 40 °C; C – Envelhecimento a 43 °C; D – Envelhecimento a 46 °C.

Figure 2. Germination frequency of *Mimosa tenuiflora* seeds subjected to accelerated aging test. A - Witness; B – Aging at 40 °C; C – Aging at 43 °C; D - Aging at 46 °C.

também observaram o aumento da incidência de fungos nas sementes submetidas ao envelhecimento acelerado, mesmo tomando todos os cuidados sanitários. Uma alternativa ao aparecimento de fungos no processo de envelhecimento acelerado de sementes é o uso de NaCl ao invés de água, tal como sugerido por Moraes et al. [18].

As sementes submetidas a 46 °C tiveram sua germinação drasticamente reduzida nos tratamentos em que as sementes permaneceram 48 horas ou mais na câmara de envelhecimento acelerado, chegando a apresentar apenas 1,5 % de germinação no tempo de 96 horas. A germinação do tratamento 46 °C em 24 horas de permanência na câmara de envelhecimento acelerado assemelhou-se aos valores de germinação dos tratamentos a 43 °C, indicando que neste período o efeito da maior temperatura sobre o vigor das sementes não foi efetivo em relação à temperatura anterior.

Flávio e Paula [19] observaram que o aumento da temperatura e da permanência em condições de envelhecimento afetam negativamente a germinação

das sementes em função do maior estresse ambiental. Ravikumar et al. [20] e Goel et al. [21] explicam ainda que o processo de envelhecimento gera uma série de reações oxidativas, tais como peroxidação de lipídios e peroxidação enzimática, resultando em perda das reservas e degradação de metabólitos essenciais à germinação e manutenção do vigor das sementes.

Assim como nos resultados encontrados por Carvalho et al. [8], na presente pesquisa também foi observada uma relação entre o aumento na absorção de água das sementes, no caso aumento no grau de umidade, com a redução da taxa de germinação. Em geral, os tratamentos com maior grau de umidade apresentaram germinação abaixo de 20%. O autor explica que esta redução na germinação ocorre através da deterioração bioquímica e fisiológica das sementes quando submetidas a condições adversas.

Tais resultados para porcentagem de germinação mostram que o envelhecimento acelerado, de fato, aumentou a deterioração das sementes de *Mimosa tenuiflora*, com a diminuição do vigor das sementes de

acordo com o aumento das temperaturas e do tempo de permanência na câmara de envelhecimento acelerado. Sementes de *Anadenanthera columbrina* avaliadas por Garcia et al. [7] também apresentaram redução gradativa com a intensificação da permanência das sementes na câmara de envelhecimento

O maior índice de velocidade de germinação foi observado no tratamento com 40°C e 96 horas de permanência das sementes na câmara de envelhecimento. No entanto, os outros tratamentos apresentaram queda neste índice associada ao aumento da temperatura e ao tempo de permanência na câmara. O valor de IVG é importante, pois pode expressar maior ou menor vigor de sementes submetidas a diferentes tratamentos mesmo quando não há diferença entre as porcentagens de germinação [22].

A frequência relativa de germinação das sementes analisa a distribuição da germinação no tempo (Figura 2). Sem o envelhecimento (T 0), há concentração da germinação entre o segundo e o quinto dias após a semeadura e nota-se que a aplicação do envelhecimento acelerado altera esta distribuição (Figura 2A), apesar de não haver diferença entre os tempos médios de germinação dos tratamentos, apresentado anteriormente.

As sementes submetidas a envelhecimento acelerado a 40°C (Figura 2B) apresentaram frequência relativa de germinação semelhante às sementes sem envelhecimento. O aumento do tempo de permanência das sementes a temperatura de 40°C aumentou a frequência de germinação entre o segundo e terceiro dia após a semeadura, tendo o tratamento a 96 horas atingido a maior frequência de germinação dentre todos os tratamentos aplicados neste experimento (77,04%).

Azevêdo et al. [2] explicam que a germinação da espécie é naturalmente esparsa, possivelmente devido à presença de dormência, e este comportamento permite maior longevidade no banco de sementes do solo, diferentemente de outras espécies da caatinga. No entanto, o tratamento aplicado para a superação de dormência aumentou a homogeneidade de germinação nos primeiros dias após a semeadura e tal comportamento foi modificado apenas nas temperaturas 43 e 46 °C (Figura 2C e 2D, respectivamente).

A natural desuniformidade da germinação pode ser uma importante estratégia de ocupação da espécie ao diminuir a competição entre plântulas, submetendo-as a condições ambientais diferenciadas e reduzindo a herbivoria. Em contrapartida, na produção de mudas a homogeneidade da germinação é fundamental para a manutenção da logística e produtividade do viveiro, evidenciando a importância da aplicação de pré-tratamentos para o aumento da frequência de germinação logo nos primeiros dias após a semeadura.

Conclusão

O envelhecimento acelerado a 40 °C não comprometeu o vigor das sementes de jurema-preta e aumentou a frequência de germinação nos primeiros dias após a semeadura.

O envelhecimento acelerado a 43 e 46 °C reduziu o vigor das sementes de jurema-preta, comprometendo a germinação das mesmas e aumentando a incidência de fungos.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), ao Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental (NEMA/UNIVASF) e ao Projeto de Integração do São Francisco (PISF) pela coleta e beneficiamento das sementes utilizadas neste trabalho.

Referências

- [1] C. P. Benedito, M. C. C. Ribeiro, S. B. Torres, I. P. Guimarães, K. J. B. Oliveira, "Dormancy overcoming, temperatures and substrates on germination of *Mimosa tenuiflora* Willd. Seeds", *Ciências Agrárias*, vol. 38, no. 1, pp. 125-134, 2017. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2017v38n1p125>
- [2] R. Angelovici, G. Galili, A. R. Fernie, A. Fait, "Seed desiccation: a bridge between maturation and germination", *Trends in Plant Science*, vol. 15, no. 4, pp. 211-218, 2010. <https://doi:10.1016/j.tplants.2010.01.003>
- [3] Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento "Regra para análises de sementes", Brasília: Mapa/ACS, 2009. 395p.
- [4] R. S. Guedes, E. U. Alves, L. S. B. Oliveira, "Teste de envelhecimento acelerado em sementes de *Chorisia glaziovii* (Kuntze) (Malvaceae)", *Bioscience Journal*, vol. 29, no. 2, pp. 378-385, 2013.
- [5] R. S. Guedes, E. U. Alves, E. P. Gonçalves, J. S. Viana, R. A. Bruno, P. N. Q. Colares, "Resposta fisiológica de sementes de *Erythrina velutina* Willd. ao envelhecimento acelerado", *Ciências Agrárias*, vol. 30, no. 2, pp. 323-330, 2009.
- [6] J. D. Maguire, "Speed of germination in selection and evaluation for seedlings emergence and vigor", *Crop Science*, vol. 2, no. 1, pp. 176-177, 1962. <http://dx.doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x>
- [7] A. T. Lima e M. V. Meiado, "Effect of hydration and dehydration cycles on *Mimosa tenuiflora* seeds during germination and initial development". *South African Journal of Botany*, vol. 116, pp. 164-167, 2018. <http://dx.doi.org/10.26814/cps2018008>
- [8] G. N. Maia, *Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades*. 2 ed. Fortaleza: Printcolor Gráfica e Editora, 2012. 413p.

- [9] M. A. Ranal e D. G. Santana, "How and why to measure the germination process?" *Revista Brasileira de Botânica*, vol. 29, no. 1, pp. 1-11, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-84042006000100002>
- [10] C. A. Carvalho, J. B. Silva, C. S. Alves, "Envelhecimento acelerado em sementes de mogno", *Revista Ciência Agronômica*, vol. 47, no. 4, 691-699, 2016.
- [11] S. A. Souza, J. Nakagawa, C. G. Machado, "Teste de envelhecimento acelerado em sementes de aveia preta", *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 31, no. 2, pp. 155-163, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222009000200018>
- [12] J. J. P. Flavio, R. C. Paula, "Testes de envelhecimento acelerado e de condutividade elétrica em sementes de *Dictyoloma vandellianum* A. Juss", *Scientia Forestalis*, vol. 38, no. 87, p. 391-399, 2010.
- [13] A. Goel, A. K. Goel, I. S. Sheoran, "Changes in oxidative stress enzymes during artificial ageing in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) seeds", *Journal of Plant Physiology*, vol. 160, pp. 1093- 1100, 2003. <http://dx.doi.org/10.1078/0176-1617-00881>
- [14] L. G. Labouriau, "A germinação das sementes", Washington: Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, 1983. 174 p.
- [15] E. Gusmão, F. A. Vieira, E. M. Fonseca, "Biometria de frutos e endocarpos de murici (*Byrsonima verbascifolia* Rich ex. A. Juss.)", *Revista Cerne*, vol.12, no.1, pp. 84-91, 2006.
- [16] S. F. Caldeira, S. C. J. G. A Perez, "Envelhecimento acelerado como teste de vigor para diásporos de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. Allem)", *Revista Árvore*, vol. 34, no. 2, pp. 215-221, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622010000200003>.
- [17] I. A. Bakke, O. A. Bakke, A. P. Andrade, H. I. Salcedo, "Regeneração natural da jurema-preta em áreas sob pastejo de bovinos", *Revista Caatinga*, vol. 19, no. 3, pp. 228-235, 2006.
- [18] L. C. Garcia, A. C. Nogueira, D. C. A. Abreu, "Influência do envelhecimento acelerado no vigor de sementes de *Anadenanthera colubrina* (Vellozo) Brenan – Mimosaceae", *Ciência Florestal*, vol. 14, no. 1, pp. 85-90, 2004. <http://dx.doi.org/10.5902/198050981784>
- [19] C. E. Moraes, J. C. Lopes, C. C. M. Farias, K. S. Maciel, "Qualidade fisiológica de sementes de *Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC em função do teste de envelhecimento acelerado", *Ciência Florestal*, vol. 26, no. 1, pp. 213-223, 2016. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509821114>
- [20] R. RAVIKUMAR, et al. "Seed viability and biochemical changes associated with accelerated ageing in *Dendrocalamus strictus* seeds". *Biologia Plantarum*, vol. 45, no. 1, pp.153-156, 2002. <https://doi.org/10.1023/A:1015106203273>
- [21] N. M. Carvalho, J. Nakagawa, *Sementes: ciência tecnologia e produção*. 5.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.