

ANÁLISE DE IMAGENS DE PLÂNTULAS PARA AVALIAÇÃO DO VIGOR DE SEMENTES DE MORINGA OLEIFERA LAM.

João Antônio Vieira dos Reis; Jessica Mayara Hipólito de Araújo; Márcio Dias Pereira

(Universidade Federal do Rio Grande do Norte/Escola Agrícola de Jundiá, joaoantonio.22@hotmail.com;
Universidade Federal do Rio Grande do Norte/Escola Agrícola de Jundiá, jessicahmayara@hotmail.com;
Universidade Federal do Rio Grande do Norte/Escola Agrícola de Jundiá, marcioagron@yahoo.com.br)

Resumo: A utilização de técnicas que envolvem a análise computadorizada de plântulas na avaliação da qualidade de lotes de sementes tem se mostrado muito eficiente. O objetivo deste trabalho foi verificar a eficiência do Sistema de Análise de Plântulas (SAPL) na detecção de diferenças de vigor entre lotes de sementes de moringa em comparação com as informações fornecidas por testes de vigor tradicionalmente utilizados. Para tanto, determinou-se a sua qualidade fisiológica pelos testes de germinação, primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação, emergência, índice de velocidade de emergência, envelhecimento acelerado tradicional, envelhecimento acelerado com solução salina e com o SAPL. O delineamento foi o inteiramente casualizado com quatro repetições. Os parâmetros obtidos na análise computadorizada aos oito dias (comprimento da parte aérea, comprimento da raiz primária, comprimento total de plântula, índice de crescimento, índice de uniformidade e índice de vigor) como o software SAPL foram eficientes para diferenciar os lotes não somente entre lotes de baixo e alto vigor, mas também em lotes de qualidade intermediária.

Palavras-chave: Análise computadorizada; germinação; envelhecimento acelerado.

Introdução

A *Moringa oleifera* Lam. (moringa) vem ganhando destaque, principalmente no semiárido brasileiro, por ser uma espécie que, além de se adaptar bem as condições de restrição hídrica, pode ser utilizada para fins farmacêuticos, alimentação humana e animal, como também em diferentes tipos de indústrias.

Com o aumento da procura pelas partes utilizadas da planta, tem crescido a demanda por mudas da espécie para plantios domiciliares e comerciais. Entretanto, são escassos os estudos relacionados à tecnologia de produção e métodos padronizados para a avaliação da qualidade das sementes dessa espécie, material imprescindível para sua propagação.

Novas técnicas de avaliação da qualidade de sementes podem ser associadas a testes cujas metodologias já são consagradas, conferindo a elas mais rapidez ou precisão. Entre os testes utilizados na análise de sementes, pode-se destacar envelhecimento acelerado, utilizando água ou pela substituição dela por solução saturada de NaCl, que é um dos mais tradicionais e eficientes para a avaliação do vigor de sementes de várias espécies (BAALBAKI et al., 2009).

Embora o procedimento para a realização dos vários testes de vigor esteja estabelecido e forneça dados confiáveis (MARCOS FILHO; KIKUTI; LIMA, 2009), uma das deficiências para o aplicação destes testes de vigor estão relacionadas com o tempo gasto para a execução e a subjetividade da análise (MARCOS FILHO, 2015). Contudo, técnicas de análise computadorizadas de imagens utilizadas para a avaliação de imagens de plântulas, e associadas aos testes tradicionais, podem minimizar essas limitações, pois destacam-se por sua precisão e objetividade (SAKO et al., 2001), entretanto, é necessário adaptá-las as diferentes espécies vegetais.

Dentre os softwares disponíveis no mercado, destaca-se o Seed Vigor Imagin System (SVIS), criado pela Universidade Estadual de Ohio (OSU) e que tem servido de base para a criação de outros sistemas semelhantes. Entre os sistemas desenvolvidos a partir do proposto por SAKO et al. (2001) está o Sistema Análise de Plântulas (SAPL), que fornece dados do comprimento da parte aérea, raiz primária e total, índices de vigor, de crescimento e de uniformidade da plântula.

O presente estudo teve como objetivo verificar a eficiência do Sistema de Análise de Plântulas (SAPL) na detecção de diferenças de vigor entre lotes de sementes de moringa em comparação com as informações fornecidas por testes de vigor tradicionalmente utilizados.

Metodologia

O estudo foi realizado no Laboratório Análise de Sementes (LAPS) na Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), localizado em Macaíba, RN, Brasil. Utilizaram-se quatro lotes de sementes de *Moringa oleifera* cujos frutos foram coletadas manualmente em árvores matrizes isoladas no município de Limoeiro do Norte/CE.

A qualidade fisiológica das sementes de cada lote foi avaliada por meio dos testes a seguir:

Teste de germinação e primeira contagem de germinação: quatro repetições com 25 sementes para cada lote foram distribuídas em rolos de papel toalha (Germitest[®]) umedecidos com água destilada na quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco. Os rolos foram acomodados em sacos plásticos transparentes (24 x 34 cm), e acondicionados em germinador tipo B.O.D. (Biochemical Oxygen Demand) regulado à temperatura de 30°C aos 12 dias. As contagens das sementes germinadas foram realizadas no sétimo (primeira contagem) e no 12º dia (germinação) após a instalação do teste. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais, de acordo com as recomendações para a espécie, sugeridas por Bezerra et al. (2004).

Índice de velocidade de germinação (IVG): foi conduzido junto com o teste de germinação com contagem diária do número de sementes que emitiram raiz primária igual ou superior a 1 mm e calculando-se o IVG de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962).

Emergência de plântulas: foi conduzido em casa de vegetação com quatro repetições de 25 sementes para cada lote, distribuídos em bandejas plásticas (15 x 21 x 5 cm) contendo areia fina (0,2 mm). A porcentagem de emergência de plântulas foi determinada aos 14 dias.

Índice de velocidade de emergência (IVE): realizado concomitante ao com o teste de emergência e determinado a partir da contagem diária do número de plântulas emergidas, sendo o IVE calculado de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962).

Envelhecimento acelerado tradicional (EAT): uma camada de sementes foi distribuída sobre uma tela de metal acoplada em uma caixa plástica do tipo gerbox (11 x 11 x 3,5 cm) contendo 40 mL de água destilada no fundo. Cada caixa foi coberta e exposta a temperatura de 40 °C por 72 horas em germinadores do tipo B.O.D. (MEDEIROS, 2015); posteriormente, conduziu-se os testes para a determinação do teor de água e da porcentagem de germinação com contagem final aos oito dias.

Envelhecimento acelerado com solução salina (EAAS): Conduzido de forma semelhante ao procedimento tradicional, porém, com o uso de 40 mL de solução saturada de NaCl (40 g de NaCl em 100 mL de água), em substituição a água destilada (JIANHUA; MCDONALD, 1996).

Análise computadorizada de imagens de plântulas pelo SAPL: trata-se de um sistema automatizado de análise de plântulas, a partir de imagens digitais, desenvolvido na EAJ/UFRN pelo Grupo de Estudos em Tecnologia de Sementes (GETSem) e o Curso de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas (TADS). Para as análises, quatro repetições de 20 plântulas de cada lote de sementes provenientes dos testes de germinação, envelhecimento acelerado tradicional e envelhecimento acelerado com solução salina, aos oito dias após a instalação dos testes de germinação, foram submetidas a análise de vigor a partir do SAPL.

Para que as imagens pudessem ser capturadas por meio de fotografia digital, as plântulas de cada repetição foram transferidas do papel toalha (Germitest[®]) para um fundo azul, constituído de uma folha de papel EVA de coloração azul (40 x 60 cm) contendo dez células (5 cm de largura cada) separadas por uma faixa branca. Cada plântula foi colocada em uma célula, e na primeira célula (da direita para a esquerda, colocou-se uma métrica, formada por dois pontos, distantes um centímetro um do outro, além da identificação das plântulas e das repetições (Figura 1).

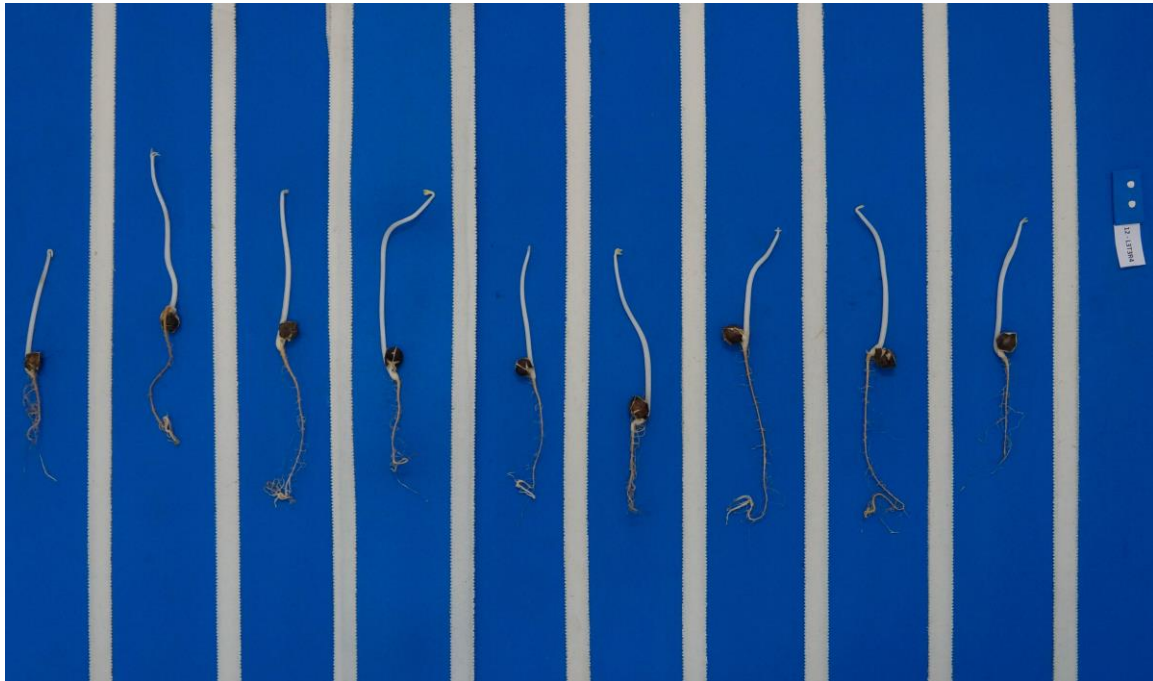


Figura 1. Fundo azul de papel EVA para captação de imagens com as plântulas a serem analisadas pelo SAPL.

Ao iniciar o programa, após a tela inicial, selecionou-se a espécie que seria analisada. Em seguida, preencheu-se com os valores mínimos, determinados para a espécie, do comprimento da parte aérea e da raiz primária para uma plântula da espécie. Para a moringa, considerou-se como tamanho mínimo de plântula aceitável, 0,4 e 0,2 cm para a parte aérea e para a raiz, respectivamente, de acordo com o sugerido por Rocha (2015). Na mesma tela, preencheu-se o peso do crescimento e da uniformidade no cálculo do índice de vigor, que neste trabalho foram definidos na proporção 70:30 (crescimento:uniformidade), como proposto por GOMES JUNIOR et al. (2009). Depois de registrados esses valores, iniciou-se o carregamento das imagens das plântulas por repetição, e posteriormente, o processamento de cada plântula a ser analisada. Os resultados são automaticamente salvos em um arquivo do tipo Excel e arquivados na pasta correspondente ao lote analisado.

Os arquivos fornecem os resultados da avaliação das plântulas, sendo, comprimento da parte aérea, da raiz primária e da plântula inteira, além dos índices de crescimento (IC), uniformidade (IU) e de vigor (IV), de acordo com os cálculos propostos por Sako et al. (2001), e gerados automaticamente pelo programa.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições por tratamento. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, ao se verificar efeito significativo dos tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% ou pelo teste de Kruskal-

Wallis a 5% de probabilidade. Para todas as análises, utilizou-se do programa estatístico ASSISTAT (CTRN/UFMG), versão 7.7 beta.

Resultados e Discussão

Na Tabela 1, encontram-se os resultados dos parâmetros relacionados à caracterização fisiológica das sementes de moringa. Pelos teste de germinação e primeira contagem não foi possível diferenciar lotes entre si, apresentando baixas porcentagens de germinação. Marcos Filho (1999) afirma que o resultado do vigor das sementes está associado diretamente à influência do ambiente e, por conseguinte, testes baseados no desenvolvimento de plântulas em laboratório, como primeira contagem, IVG e o próprio teste de germinação podem não apresentar exatidão para detectar diferenças pouco acentuadas no potencial fisiológico das sementes.

Tabela 1. Germinação (G), primeira contagem (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), emergência (E), e índice de velocidade de emergência (IVE), germinação após o envelhecimento acelerado tradicional (EAT) e germinação após o envelhecimento acelerado com água salina (EAAS) de sementes de *Moringa oleifera* de quatro lotes de sementes.

Lotes	G (%)	PCG (%)	IVG	E (%)	IVE	EAT (%)	EAAS (%)*
1	38 a	38 a	2,70 a	76 a	2,62 a	25 a	22 a
2	39 a	39 a	3,84 a	44 b	1,63 b	17 a	14 ab
3	62 a	62 a	4,64 a	71 a	2,47 a	21 a	9 b
4	49 a	49 a	3,89 a	62 a	2,19 ab	13 a	12 ab
CV (%)	26,17	26,17	29,30	12,88	14,33	40,7	-

Letras minúsculas iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

*Letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ($P < 0,05$).

Delouche e Baskin (1973), afirmam que lotes com potencial fisiológico diferentes podem apresentar germinação semelhante, o que acontece devido à ausência de precisão do teste de germinação em distinguir diferenças de vigor entre lotes, tendo em vista que a perda da capacidade de germinação é um dos últimos estágios no processo de deterioração de sementes.

Para o teste de emergência em casa de vegetação (Tabela 1), observou-se que os lotes 1, 3 e 4 diferiram do lote 2. No IVE, também observou-se diferença entre os lotes, sendo o lote 2 o que apresentou menor índice. Estudos realizados por Guedes et al. (2009) confirmaram que os testes de

emergência e índice de velocidade de emergência também foram eficientes para determinação do vigor de lotes de sementes de *Erythrina velutina* Willd, indicando que este teste é mais eficiente do que o teste de germinação para a distinção do vigor entre lotes de sementes. Fica evidente no presente estudo que os testes de vigor para as sementes de moringa relacionados à emergência em campo foram os mais eficazes para ranquear os lotes em diferentes níveis de vigor, quando comparados aos testes realizados em laboratório.

Para todos os lotes, no teste de emergência em casa de vegetação (média de 63,25%) obteve-se maior percentual de plântulas normais em relação ao teste de germinação (média de 47%) (Tabela 1), a temperatura e umidade mais elevadas no rolo de papel toalha podem ter interferido na taxa de germinação em laboratório. No teste de germinação com sementes submetidas ao envelhecimento acelerado tradicional (EAT), os lotes não se diferenciaram, entretanto, no teste de germinação com sementes submetidas ao envelhecimento acelerado com água salina (EAAS) observa-se diferenciação entre os lotes, sendo o lote 1 com a maior taxa de germinação, os lotes 2 e 4 intermediários (Tabela 1). Quando comparado o EAAS com a taxa de germinação, emergência, primeira contagem em laboratório, índice de velocidade de emergência, massa seca em laboratório observa-se que o EAAS foi mais eficaz em detectar diferenças entre o potencial fisiológico dos lotes de semente de moringa (Tabela 1). De acordo com Baalbaki et al.(2009), o teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl, é um dos mais eficientes para determinar o vigor entre os lotes.

Segundo Tekrony (2003), o vigor das sementes não está relacionada com uma única característica mensurável, como germinação, mas um conceito que descreve várias características relacionadas com um ou mais fatores do desempenho do lote de sementes; portanto, o conjunto dessas informações pode estabelecer o comportamento de sementes mais vigorosas.

Os resultados da avaliação das plântulas obtidas após o oitavo dia de instalação do teste de germinação, pelo método tradicional, e analisadas pelo SAPL estão apresentados na Tabela 2, para os quatro lotes de sementes de moringa. Observa-se que, para o comprimento da raiz primária não se identificou diferenças entre os quatro lotes. Porém, para a parte aérea, o comprimento total, os índices de uniformidade e vigor houve diferenciação entre o lote 3 e os demais lotes. Para o índice de crescimento, observou-se melhor desempenho do lote 3, em comparação com os lotes 1, 2 e 4. A utilização do índice de crescimento também foi eficaz para a avaliação do vigor de sementes de *Impatiens wallerana* (OAKLEY et al., 2004), em um sistema de análise computadorizada de imagens de plântulas semelhante ao SAPL. Segundo aqueles autores, a avaliação do crescimento de

plântulas após a germinação pode ser considerado um teste de vigor significativo. Há um fundamento de que o crescimento das plântulas diminui com o aumento da deterioração das sementes, e que os lotes de sementes mais vigorosas devem deteriorar-se de modo mais lento que as menos vigorosas (SILVA; CICERO, 2014).

Tabela 2. Comprimento da parte aérea (CPA), da raiz primária (CRP) e da plântula total (CPT), índices de uniformidade (IU), crescimento (IC) e vigor (IV) de sementes de *Moringa oleifera* através da avaliação do uso do SAPL a partir de plântulas obtidas pelo teste de germinação.

Lote	CPA	CRP	CPT	IU	IC	IV
cm						
1	2,95 b	2,93 a	5,89 b	827,55 a	253,60 b	586,87 a
2	3,64 b	2,96 a	6,60 b	780,85 a	252,10 b	554,15 a
3	5,61 a	3,76 a	9,37 a	646,92 b	337,10 a	470,17 b
4	3,70 b	2,86 a	6,57 b	791,92 a	274,90 ab	562,60 a
CV %	21,11	21,84	13,87	4,71	13,39	4,55

Letras minúsculas iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Para análise pelo SAPL na germinação de plântulas de moringa com sementes submetidas ao envelhecimento acelerado tradicional, não foi detectado diferenças estatísticas nos comprimentos (aérea, radicular e total) e nos índices (uniformidade, crescimento e vigor) os quatro lotes de sementes (Tabela 3).

Tabela 3. Comprimento da parte aérea (CPA), da raiz primária (CRP) e da plântula total (CPT), índices de uniformidade (IU), crescimento (IC) e vigor (IV) de sementes de *Moringa oleifera* através da avaliação do uso do SAPL a partir de plântulas obtidas pelo teste de germinação de sementes submetidas ao teste de envelhecimento acelerado tradicional.

Lote	CPA	CRP	CPT	IU*	IC	IV
cm						
1	2,74 a	3,13 a	5,87 a	880,32 a	215,20 a	623,27 a
2	2,86 a	3,70 a	6,56 a	854,70 a	271,40 a	606,47 a
3	2,63 a	3,80 a	6,44 a	829,02 a	250,50 a	586,75 a
4	2,43 a	1,99 a	4,43 a	600,12 a	194,60 a	605,45 a
CV %	24,99	35,46	22,27	-	31,07	9,71

Letras minúsculas iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

*Letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ($P < 0,05$).

Os resultados da avaliação de germinação de plântulas de sementes de moringa submetidas ao envelhecimento acelerado com solução de NaCl analisadas pelo sistema SAPL estão apresentados na Tabela 4. Para o comprimento da parte aérea observa-se que o lote 1 apresentou

diferenças significativas dos lotes 2, 3 e 4. Para a parte radicular o lote 1 ainda demonstrou diferenças significativas entre os lotes 2 e 3, entretanto o lote 4 demonstrou resultados intermediários entre o lote com maior parte radicular (lote 1) e os lotes com menores comprimentos radiculares (lote 2 e 3). As médias dos comprimentos totais das plântulas apresentaram diferença entre os lotes, sendo o lote 1 aquele com maior comprimento, os lotes 3 e 4 intermediários e o lote 2 com menor comprimento. A avaliação do comprimento de plântula por softwares pode ser considerado eficiente para identificar diferenças no potencial fisiológico de sementes de várias espécies (NAKAGAWA, 1999). Além dessa sensibilidade, seus resultados podem resultar estreita relação com a emergência de mudas no campo (VANZOLINI et al., 2007).

Tabela 4. Comprimento da parte aérea (CPA), da raiz primária (CRP) e da plântula total (CPT), índices de uniformidade (IU), crescimento (IC) e vigor (IV) de sementes de *Moringa oleifera* através da avaliação do uso do *SAPL* a partir de plântulas obtidas pelo teste de germinação de sementes submetidas ao teste de envelhecimento acelerado com solução salina de NaCl.

Lote	CPA	CRP	CPT*	IU	IC*	IV*
cm						
1	3,92 a	3,80 a	7,72 a	834,25 a	295,80 a	592,82 a
2	2,65 b	1,78 b	4,43 b	864,72 a	165,80 b	504,75 a
3	2,77 b	2,16 b	4,93 ab	862,10 a	182,60 ab	608,92 a
4	2,57 b	2,85 ab	5,42 ab	903,70 a	298,70 a	641,55 a
CV %	17,86	22,35	-	4,49	-	-

Letras minúsculas iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

*Letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ($P < 0,05$).

Quando avaliadas as médias dos índices de crescimento (IC) de plântulas oriundas de sementes germinadas a partir do EAAS, notou-se uma diferença significativa entre os lotes, onde o lote 1 e 4 com maiores índices, o lote 3 com índices intermediários e o lote 2 com menor índice. Os índices de uniformidade (IU) e vigor (IV) não apresentaram diferenças significativas entre os lotes.

A avaliação com sementes submetidas ao envelhecimento acelerado com solução de NaCl apresentou uma melhor estratificação de lotes, diferenciando os mesmo não somente entre lotes de baixo (lote 2) e alto (lote 1) vigor, mas também em lotes de qualidade intermediária (lotes 3 e 4) (Tabela 4).

Estudos comparando o vigor de lotes de sementes de pimentão (PANOBIANCO; MARCOS FILHO, 1998) e sementes de couve-brócolos (MARTINS et al. 2002), também observaram que testes usando o envelhecimento acelerado (41°C por 72 h) com solução salina foram mais eficazes na detecção de diferenças de qualidade de lotes que o envelhecimento acelerado tradicional.

Entretanto, em estudo realizado com sementes *Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC o envelhecimento acelerado tradicional foi eficiente para avaliar o vigor, e o envelhecimento acelerado com solução salina de NaCl não foi eficiente para avaliar o vigor de sementes (MORAES et al., 2016).

Conclusão

A análise de imagens de plântulas através SAPL permitiu a identificação de lotes não só com alto (lote 1) e baixo (lote 2) vigor, mas também lotes intermediários (lotes 3 e 4). A identificação dos lotes com baixo vigor podem contribuir para a melhoria da eficiência dos sistemas de produção, tornando possível a escolha correta dos lotes para semeadura. É importante destacar que sementes menos vigorosas pode levar mais tempo para estabelecer, isso pode favorecer ataque patógenos, os quais normalmente já estão presentes no solo e podendo causar o tombamento de mudas ou até mesmo a morte da semente, afetando diretamente na produção.

Referências

- BAALBAKI, R.; ELIAS, S.; MARCOS FILHO, J.; MCDONALD, M. B. **Seed vigor testing handbook**. Ithaca: Association of Official Seed Analysts, 2009. 341 p.
- BEZERRA, A.M.E.; MOMENTÉ, V.G.; MEDEIROS FILHO, S. Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) em função do peso da semente e do tipo de substrato. Brasília, **Horticultura Brasileira**, v.22, n.2, p. 295-299, 2004.
- DELOUCHE, J.C.; BASKIN, C. C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, v. 1, n. 2, p. 427-52, 1973.
- GOMES JUNIOR, F.G.; MONDO, V. H. V.; CICERO, S.M.; MCDONALD, M. B.; BENNETT, M.A. Evaluation of priming effects on sweet corn seeds by SVIS. **Seed Technology**, Lincoln, v.31, n.1, p. 95-100, 2009.
- GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; GONÇALVES, E. P.; SANTOS, S. R. N.; LIMA, C. R. Testes de vigor na avaliação da qualidade fisiológica de sementes *Erythrina velutina* Willd. (Fabaceae - Papilionoideae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 5, p. 1360-1365, 2009.
- JIANHUA, Z.; MCDONALD, M.B. The saturated salt accelerated aging test for small-seeded crops. **Seed Science and Technology**, v.25, p. 123-131, 1996.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, n.2, p. 176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. Seed vigor testing: an overview of the past, present and future perspective. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.72, n.4, July/Aug. 2015.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.) Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999. p. 1.1-1.21.

MARCOS FILHO, J.; KIKUTI, A. L.; LIMA, L. B. Métodos para avaliação do vigor de sementes de soja, incluindo a análise computadorizada de imagens. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 31, n. 1, p. 102-112, 2009.

MARTINS, C. C.; MARTINELU-SENE, A.; CASTRO, M. M.; NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C. Comparação entre métodos para a avaliação do vigor de lotes de sementes de couvebrócolos (*Brassica oleracea* L. var. *itálica* Plenck). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.24, n.2, p. 96-101, 2002.

MEDEIROS, M. L. S. **Testes para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Moringa oleifera* Lam.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Unidade Acadêmica Especializada Em Ciências Agrárias - UECIA. Pós-Graduação Em Ciências Florestais. Macaíba, RN, 2015.

MORAES, C. E.; LOPES, J. C.; FARIAS, C. C. M.; MACIEL, K. S. Qualidade fisiológica de sementes de *Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC em função do teste de envelhecimento acelerado. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 1, p. 213-223, 2016.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C., VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de Sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, Comitê de Vigor de Sementes. 1999. 218 p.

OAKLEY, K.; KESTER, S. T.; GENEVE, R. L. Computeraided digital image analysis of seedling size and growth rate for assessing seed vigour in *Impatiens*. **Seed Science and Technology**, v. 32, n. 3, p. 837-845, 2004.

PANOBIANCO, M.; MARCOS-FILHO, J. Comparação entre métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de pimentão (*Capsicum annuum* L.) **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.2, p. 306-310, 1998.

ROCHA, T. G. F. **Qualidade fisiológica de sementes e plântulas de *Moringa oleifera* LAM. por meio da técnica de análise de imagens.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Unidade Acadêmica Especializada Em Ciências Agrárias - UECIA. Pós-Graduação Em Ciências Florestais. Macaíba, RN, 2015.

SAKO, J. F.; MCDONALD, M. B.; FUJIMURA, K.; EVANS, A. F.; BENNET, M. A. A system for automated seed vigor assessment. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 29, n. 3, p. 625-636, 2001.

SILVA, V. N.; CICERO, S. M. Image seedling analysis to evaluate tomato seed physiological potential. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 2, p. 327-334, 2014.

TEKRONY, D. M. Precision is an essential component in seed vigour testing. **Seed Science and Technology**, v. 31, n. 2, p. 435-447, 2003.

VANZOLINI, S.; ARAKI, C. A. S.; SILVA, A. C. T. M.; NAKAGAWA, J. Teste de comprimento de plântula na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 29, n. 2, p. 90-96, 2007.