

Envelhecimento acelerado na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Ricinus communis* L.

Andréia M. S. de S. David¹, Eduardo F. Araújo², Roberto F. Araújo³,
Denise C. F. dos S. Dias², Danúbia A. C. Nobre² & Izabel C. Silva Neta⁴

¹ Universidade Estadual de Montes Claros, Departamento de Ciências Agrárias, Av. Reinaldo Viana, 2630, Bico da Pedra, CEP 39440-000, Janaúba-MG, Brasil. Caixa Postal 91. E-mail: andreia.david@unimontes.br

² Universidade Federal de Viçosa, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Fitotecnia, Avenida P.H. Rolfs, s/n, Centro, CEP 36570-000, Viçosa-MG, Brasil. E-mail: efaraujo@ufv.br; dcdias@ufv.br; danubia_nobre@yahoo.com.br

³ Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Vila Gianetti - Casa 46, Centro, CEP 36571-000, Viçosa-MG, Brasil. E-mail: roberto.araujo@epamig.br

⁴ Universidade Federal de Lavras, Departamento de Agricultura, Campus Universitário, Departamento de Fitotecnia, CEP 37200-000, Lavras-MG, Brasil. Caixa Postal 3037. E-mail: izabel_agronomia@hotmail.com

RESUMO

O aumento na demanda por sementes de mamona no Brasil vem desencadeando um grande interesse em testes que possibilitem a diferenciação de lotes de qualidade superior; dentre os testes disponíveis o envelhecimento acelerado é um dos mais estudados e recomendados para sementes de diversas culturas. Objetivou-se, nesta pesquisa, avaliar a eficiência do teste de envelhecimento acelerado na determinação do vigor de seis lotes de sementes de mamona cultivar IAC-226, sendo a qualidade inicial avaliada pelo teor de água, germinação, primeira contagem, emergência e índice de velocidade de emergência, sendo as sementes submetidas ao teste de envelhecimento acelerado, adaptando-se as temperaturas de 40 e 42 °C durante os períodos de 48 e 60 h, através do delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro repetições. O teste de envelhecimento acelerado é eficiente para avaliar o potencial fisiológico de sementes de mamona, cultivar IAC-226, cuja temperatura de 42 °C durante 60 h é o procedimento mais adequado para classificação dos lotes em diferentes níveis de vigor.

Palavras-chave: oleaginosa, qualidade fisiológica, vigor

*Accelerated aging in the evaluation of the physiological quality of seeds of *Ricinus communis* L.*

ABSTRACT

The increase in the demand for seeds of castor bean in Brazil comes unchaining a great interest in tests that make possible the differentiation of lots of superior quality. Amongst the available tests, the accelerated aging is one of the most studied and recommended one for seeds of diverse crops. We used six seed lots IAC-226, and the quality assessed by the initial water content, germination, first counting of germination, plantlets emergence and emergence speed index. The seeds were submitted to accelerated aging test, adapted to temperatures 40 and 42 °C for periods of 48 and 60 hours in a completely randomized design with four repetitions. The accelerated aging was efficient for physiological potential evaluation of castor bean seeds, IAC-226 cultivar, with a temperature of 42 °C for 60 hours, the most appropriate procedure for classifying lots into different vigor levels.

Key words: oleaginous, physiological quality, vigor

Introdução

Um dos grandes desafios para a implantação do programa do biodiesel proveniente da cultura da mamona está na produção de sementes de qualidade elevada, uma vez que em 2007, 75% das sementes de mamona utilizadas em Minas Gerais estavam com germinação inferior à do padrão estabelecido como mínimo para a comercialização no país, que é de 80% (DFASP, 2011).

Em geral, a germinação das sementes de variedades de mamona selecionadas para o cultivo é lenta e desuniforme, o que as expõe às intempéries no campo por períodos mais longos, mesmo que a desuniformidade na emergência das plântulas de mamona em campo e também a germinação em laboratório, tenham sido atribuídas à dificuldade de absorção de água pelas sementes (Oliveira et al., 2004) devido à espessura e rigidez do tegumento ou a uma possível dormência pós-colheita (Lago et al., 1979), representada pela dureza tegumentar. Além disto, a qualidade fisiológica dessas sementes é geralmente avaliada pelo teste de germinação que, por ser conduzido em condições ideais de laboratório, muitas vezes não reflete o comportamento das sementes no campo ou durante o armazenamento.

Verifica-se, no entanto, escassez de pesquisas direcionadas ao vigor de sementes de mamona, havendo necessidade de se adequarem métodos para a avaliação segura do seu potencial fisiológico, visto que o objetivo básico dos testes de vigor é identificar diferenças importantes no potencial fisiológico de lotes de sementes, especialmente daqueles com poder germinativo elevado e semelhante (Marcos Filho, 1999b).

Os resultados dos testes utilizados para avaliação do potencial fisiológico das sementes devem ter estreita relação com o seu potencial de desempenho em condições de campo. Dentre os vários procedimentos usados para avaliar o vigor de sementes o teste de envelhecimento acelerado é um dos mais empregados no Brasil e no mundo, pois é considerado um dos mais sensíveis e eficientes para avaliação do vigor de sementes de diversas espécies (Marcos Filho, 2005).

O teste de envelhecimento acelerado, considerado um método indireto, simula condições de estresse nas sementes gerando uma taxa de respiração e consumo de reservas, o que acelera os processos metabólicos que levam à sua deterioração. Esse teste compara lotes identificando aqueles de melhor comportamento germinativo após serem submetidos às condições do envelhecimento acelerado (Piña-Rodrigues et al., 2004).

O referido teste é um dos mais utilizados pela maioria dos pesquisadores nacionais (Mello & Tillmann, 1987), sendo aplicável a grande número de sementes de espécies como amendoim (Rossetto et al., 2004), girassol (Braz et al., 2008), aveia preta (Souza et al., 2009), trigo (Ohlson et al., 2010) e soja (Silva et al., 2010).

Para sementes de algumas culturas, a exemplo das de mamona, ainda não existem combinações de temperaturas e períodos de exposições eficientes para se obter respostas consistentes por meio do teste de envelhecimento acelerado. Desta forma, Braga Júnior et al. (2011) constataram que o teste de envelhecimento acelerado a 40 °C e 100% UR, por um período de exposição de 72 h, provocou a morte das sementes

de mamona cultivar BRS-Energia e, para o uso da solução salina, são necessários mais estudos para ser indicado como teste de vigor. Neste contexto, Marcos Filho (1999a) ressaltou que a pesquisa deve fornecer subsídios para o esclarecimento de dúvidas como, por exemplo, as combinações de temperatura e tempo de exposição para as diferentes espécies.

Com base nessas considerações objetivou-se, nessa pesquisa, avaliar a eficiência do teste de envelhecimento acelerado na determinação do vigor de sementes de mamona, cultivar IAC-226.

Material e Métodos

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes do Centro Tecnológico de Minas Gerais, da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (CTNM - EPAMIG), em Nova Porteirinha, MG, em dezembro de 2009, com seis lotes comerciais de sementes de mamona da cultivar IAC-226. As sementes foram submetidas a determinações do teor de água e a testes de germinação e vigor, descritos a seguir:

O teor de água das sementes foi determinado antes e após o teste de envelhecimento acelerado, conforme metodologia prescrita nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009), utilizando-se o método da estufa a 105 ± 3 °C, durante 24 h, com quatro repetições de 6 g de sementes para cada lote, em que os resultados são expressos em porcentagem.

Para o teste de germinação foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes para cada lote, distribuídas uniformemente sobre papel germitest na forma de rolo, umedecidos com água destilada na proporção de 2,5 vezes o seu peso inicial. Os rolos foram colocados em germinador previamente regulado em temperatura alternada de 20-30 °C e luz constante. As avaliações foram realizadas nos sétimo e décimo quarto dias após a instalação do teste e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais, conforme as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009).

Os resultados do teste de primeira contagem foram obtidos pelo número de plântulas normais determinado por ocasião da primeira contagem do teste de germinação, ou seja, no sétimo dia após a instalação (Brasil, 2009).

O teste de emergência foi conduzido em condições ambientais de laboratório e a sementeira foi a uma profundidade de 3 cm em bandejas plásticas contendo, como substrato, areia lavada e esterilizada umedecida com quantidade de água equivalente a 60% da capacidade de retenção cuja umidade foi mantida por meio de regas diárias (Brasil, 2009), em quatro repetições de 50 sementes para cada lote e as contagens realizadas diariamente, desde a sementeira até a estabilização e uniformização das plântulas, a qual ocorreu aos 14 dias após a instalação do teste.

O índice de velocidade de emergência foi conduzido em conjunto com o teste de emergência de plântulas anotando-se, diariamente e no mesmo horário, o número de plântulas com alça cotiledonar visível; ao final do teste foi calculado o índice de velocidade de emergência empregando-se a fórmula proposta por Maguire (1962).

Para avaliar a eficiência do teste de envelhecimento acelerado utilizou-se o procedimento proposto pela AOSA

(1983) e descrito por Marcos Filho (1999a), colocando-se aproximadamente 300 sementes de cada amostra em uma câmara de envelhecimento acelerado. As sementes, após serem distribuídas uniformemente sobre uma tela de alumínio fixada no interior da caixa de acrílico transparente (11 x 11 3,5 cm) tipo gerbox adicionando-se, no seu interior, 40 mL de água destilada, foram transferidas para uma incubadora tipo *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D.) regulada a temperatura de 40 e 42 °C e 100% de umidade relativa, onde permaneceram durante 48 e 60 h e, no final de cada período, foram retiradas da câmara e postas para germinar nas mesmas condições descritas para o teste de germinação, cujo número de plântulas normais foi registrado no 7º dia após a semeadura e os resultados expressos em porcentagem.

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com quatro repetições por tratamento e os resultados foram submetidos à análise de variância e teste "F", sendo que as características significativas em nível de 5% foram submetidas ao teste Tukey, também em nível de 5% de significância.

Resultados e Discussão

Com base nos resultados do teste de germinação verifica-se que não houve diferença significativa na porcentagem de plântulas normais entre os lotes estudados justificando-se, assim, a necessidade de utilização de testes de vigor para obtenção de informações mais conclusivas. De acordo com Marcos Filho & Novembre (2009), a semelhança no potencial germinativo entre lotes de sementes é fator fundamental para determinação da diferença no vigor pois, se nesses lotes ocorrer diferença muito acentuada na porcentagem de germinação, o próprio teste, conduzido em condições ótimas, consegue detectar diferença no potencial fisiológico das sementes.

Observa-se, porém, que os resultados do teste de primeira contagem de germinação proporcionaram informações semelhantes às do teste de germinação, sugerindo baixa sensibilidade desse teste de vigor, além das proporcionadas pelo teste de germinação para a separação em diferentes níveis de qualidade fisiológica dos diferentes lotes estudados. Desta forma, torna-se importante empregar mais de um teste, haja vista que Marcos Filho (1999b) também ressaltou a relevância da utilização de mais de um teste para determinar o vigor das sementes em função da variação da eficiência dos procedimentos disponíveis.

Embora o teste de germinação forneça informações sobre o desempenho das sementes e a primeira contagem da germinação seja considerada indicativo de vigor, sabe-se que a germinação e a redução da velocidade de germinação não

estão entre os eventos iniciais do processo de deterioração de sementes (Delouche & Baskin, 1973).

Por outro lado, verificou-se, avaliando o vigor das sementes pelos testes emergência de plântulas (EP) e índice de velocidade de emergência (IVE) diferença significativa entre os lotes avaliados, os quais, pelos resultados do teste de emergência de plântula os lotes 1, 2, 3 e 6, foram classificados como os de melhor qualidade (Tabela 1).

Tabela 1. Germinação (G), primeira contagem (PC), emergência de plântula (EP) e índice de velocidade de emergência (IVE) de plântula de seis lotes de sementes de mamona, da cultivar IAC-226

Lotes	G	PC	EP	IVE
	%			
1	80A	66A	76A	10,0A
2	79A	64A	72A	6,0B
3	78A	64A	70A	5,0BC
4	76A	58A	64B	9,8A
5	77A	56A	62B	3,3C
6	77A	61A	72A	7,5A
CV (%)	10,4	15,1	16,6	18,4

Médias com letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem ($P < 0,05$) pelo teste Tukey

O índice de velocidade de emergência possibilitou uma separação melhor dos lotes em diferentes níveis de vigor indicando os lotes 1, 4 e 6 como superiores, os lotes 2 e 3 de qualidade intermediária e o lote 5 como sendo de qualidade inferior (Tabela 1). O índice de velocidade de emergência, que reflete a velocidade de emergência das plântulas e, portanto, seu vigor, permitiu diferenciar lotes de sementes com porcentagens de germinação semelhantes sinalizando que existem diferenças de vigor entre eles (Marcos Filho, 1999b).

Na Tabela 2 se encontram os dados dos teores de água inicial e após diferentes períodos de envelhecimento das sementes de mamona, cultivar IAC-226, os quais indicaram que os teores de água inicial das sementes foram semelhantes entre os diferentes lotes, variando de 6,0 a 6,7%. Segundo Marcos Filho (1999a) é conveniente a comparação de amostras com o mesmo teor de água antes do envelhecimento; no entanto, diferenças de 1 a 2% entre as amostras não comprometem os resultados do teste, conforme verificado neste trabalho, cuja maior diferença observada foi de 0,7%, estando, portanto, abaixo do limite considerado tolerável.

O teor de água inicial das sementes é fator primordial para a padronização dos testes de avaliação de qualidade a serem realizados (Coimbra et al., 2009), mas vale salientar que o teor de água elevado pode favorecer o desempenho das sementes durante a realização das análises. No envelhecimento acelerado se os teores de água iniciais das sementes forem muito distintos, haverá variações acentuadas na velocidade

Tabela 2. Teor de água (%) inicial e após diferentes períodos de envelhecimento acelerado, de seis lotes comerciais de sementes de mamona, da cultivar IAC-226

Lotes	Inicial	Após envelhecimento acelerado			
		40 °C/48h	40 °C/60h	42 °C/48h	42 °C/60h
1	6,6A	13,7A	14,5A	13,8A	15,5A
2	6,6A	12,5AB	12,7B	13,0A	14,4A
3	6,0A	13,0A	14,8A	13,4A	15,0A
4	6,6A	13,6A	13,4B	14,0A	13,0B
5	6,7A	11,0B	13,8A	11,4B	14,4A
6	6,0A	11,0B	14,5A	11,4B	15,0A
CV (%)	3,2	7,3	6,3	5,1	8,2

de umedecimento e, sem dúvida, diferenças na intensidade de deterioração (Braga Júnior et al., 2011).

Verifica-se, ainda, que o teor de água das sementes de mamona, após permanecerem na câmara de envelhecimento, se elevou à medida em que os períodos de envelhecimento aumentaram; a partir deste período o teor de água continuou aumentando, porém, em proporções menores e diferenciadas, dependendo do lote.

À semelhança do que ocorreu nos testes de germinação e na primeira contagem de germinação, as sementes de mamona dos lotes estudados, quando submetidas ao teste de envelhecimento a 40 °C/48 h e 60 h e 42 °C/48 h, não diferiram significativamente na qualidade fisiológica ressaltando que esses períodos de exposição das sementes não separaram os lotes quanto ao vigor, com mesma tendência dos resultados obtidos nos testes de germinação e de primeira contagem (Tabela 3). De maneira diferente, Zuchi et al. (2010) verificaram que o teste de envelhecimento acelerado a 42 °C/48 h e 100% de umidade relativa, foi eficiente em classificar lotes de sementes de mamona cv. IAC-226 em diferentes níveis de vigor.

Tabela 3. Porcentagem de germinação de seis lotes de sementes de mamona, cultivar IAC-226 após o teste de envelhecimento acelerado, usando-se duas temperaturas e dois períodos de exposição

Lotes	Teste de envelhecimento acelerado			
	40 °C/48h	40 °C/60h	42 °C/48h	42 °C/60h
1	76A	72A	62A	59AB
2	76A	57A	64A	76A
3	71A	69A	50A	31C
4	67A	62A	70A	63A
5	75A	57A	56A	31C
6	80A	58A	65A	35B
CV (%)	9,2	15,0	15,5	28,9

Médias com letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem ($P < 0,05$) pelo teste Tukey

Quando, porém, as sementes foram submetidas ao teste de envelhecimento acelerado durante 42 °C/60 h, observou-se que aquelas dos lotes 1, 2 e 4 expressaram desempenho superior em relação às demais embora as sementes do lote 1 não tenham diferido estatisticamente das do lote 6, que ficaram com resultados intermediários e o período de 42 °C/60 h classificou as sementes dos lotes 3 e 5 como de qualidade inferior. Segundo Rossetto et al. (2004), o período de 72 h a 42 °C foi eficiente para avaliar o potencial fisiológico das sementes de amendoim.

Por outro lado, o teste de envelhecimento acelerado a 42 °C/24 h foi considerado inadequado para a distinção de vigor dos lotes de sementes de mamona cultivar AL Guarani 2002 (Gaspar-Oliveira et al., 2010); entretanto, Mendes et al. (2010) constataram que o período de 72h a 41 °C foi eficiente na identificação do nível de vigor dos lotes de mamona, cultivar AI-Guarany. A combinação 40 °C/72 h, por sua vez, provocou a morte das sementes de mamona, cultivar BRS Energia, sendo as condições de 40 °C/48 h o procedimento mais eficiente para classificar os lotes em diferentes níveis de vigor (Braga Júnior et al., 2011).

As temperaturas de 41 ou 42 °C por períodos entre 48 e 72 h foram as condições mais indicadas para a condução do teste de envelhecimento acelerado em sementes de diversas espécies (Mendes et al., 2010), concordando com os resultados verificados no presente trabalho. O teste de envelhecimento

acelerado é utilizado para avaliar o vigor de sementes de diversas espécies e está incluído em programas de controle de qualidade por empresas produtoras de sementes, pois em poucos dias pode-se obter informações relativamente seguras sobre o potencial de armazenamento dos lotes processados e emergência das plântulas em campo (Marcos Filho, 1999a).

Conclusão

O teste de envelhecimento acelerado é eficiente para avaliar o vigor das sementes de mamona, cultivar IAC-226, sendo a temperatura de 42 °C, durante 60 h, o procedimento mais adequado para classificação dos lotes em diferentes níveis de vigor.

Agradecimentos

Os autores agradecem à CAPES, pela concessão da bolsa de estudos ao primeiro autor e à Unidade Regional Epamig Norte de Minas por ceder as sementes e pelo apoio nas análises laboratoriais.

Literatura Citada

- Association of Official Seed Analysts - AOSA. Seed vigor testing handbook. East Lansing: AOSA, 1983. 88p. (Contribution, 32).
- Braga Júnior, J. M.; Rocha, M. S.; Bruno, R. L. A.; Viana, J. S.; Beltrão, N. E. M. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de mamona cultivar BRS Energia. *Revista Eletrônica de Biologia*, v.4, n.1, p.88-101, 2011. <<http://revistas.pucsp.br/index.php/reb/article/view/2764/5847>>. 21 Jan. 2013.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/ Secretaria de Defesa Agropecuária. Regras para análise de sementes. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395p.
- Braz, M. R. S.; Barros, C. S.; Castro, F. P.; Rossetto, C. A. V. Testes de envelhecimento acelerado e deterioração controlada na avaliação do vigor de aquênios de girassol. *Ciência Rural*, v.38, n.7, p.1857-1863, 2008. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782008000700009>>.
- Coimbra, R. A.; Martins, C. C.; Tomaz, C. A.; Nakagawa, J. Testes de vigor utilizados na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho-doce (sh2). *Ciência Rural*, v.39, n.9, p.2402-2408, 2009. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782009000900004>>.
- 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.427-452, 1973.
- Departamento Federal de Agricultura de São Paulo - DFASP. Instrução normativa 25 de 16 de dezembro de 2005. <http://www.dfasp.gov.br/sefag_vegetal/doc/legislacao/anexo_vii_da_instrucao_normativa_25_de_16-12-2005.pdf>. 17 Fev. 2011.
- Gaspar-Oliveira, C. M.; Martins, C. C.; Nakagawa, J. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de mamoneira (*Ricinus communis* L.) pelo teste de tetrazólio. *Revista Brasileira de Sementes*, v.32, n.1, p.186-196, 2010. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222010000100021>>.

- Lago, A. A.; Zink, E.; Razera, L. F.; Banzatto, N. V.; Savy Filho, A. Dormência em sementes de três cultivares de mamona. *Bragantia*, v.38, n.1, p.41-44, 1979. <<http://www.scielo.br/pdf/brag/v38n1/33.pdf>>. 21 Jan. 2013.
- Maguire, J. A. Speed of germination aid in selection an evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, v.2, n.2, p.176-177, 1962. <<http://dx.doi.org/10.2135/crops.ci1962.0011183X000200020033x>>.
- Marcos Filho, J. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.
- Marcos Filho, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: Krzyzanowski, F. C.; Vieira, R. D.; França Neto, J. B. (Eds.). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999a. cap.3, p.1-24.
- Marcos Filho, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: Krzyzanowski, F. C.; Vieira, R. D.; França Neto, J. B. (Eds.). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999b. cap.1, p.1-21.
- Marcos Filho, J.; Novembre, A. D. L. C. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de hortaliças. In: Nascimento, W.M. (Eds.). Tecnologia de sementes de hortaliças. Brasília, DF: EMBRAPA Hortaliças, 2009. p.185-246.
- Mello, V. D. C.; Tillmann, M. A. A. O teste de vigor em câmara de envelhecimento precoce. *Revista Brasileira de Sementes*, v.9, n.2, p.93-102, 1987. <<http://www.abrates.org.br/revista/artigos/1987/v9n2/artigo08.pdf>>.
- Mendes, R. C.; Dias, D. C. F. S.; Pereira, M. D.; Dias, L. A. S. Testes de vigor para avaliação do potencial fisiológico de sementes de mamona (*Ricinus communis* L.). *Ciência e Agrotecnologia*, v.34, n.1, p.114-120, 2010. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542010000100015>>.
- Ohlson, O. C.; Krzyzanowski, F. C.; Juliana, J. T.; Panobianco, M. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de trigo. *Revista Brasileira de Sementes*, v.32 n.4, p.118-124, 2010. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222010000400013>>.
- Oliveira, A. B.; Queiroz, J. A.; Menezes, C. H. S. G.; Cartaxo, W. V.; Suassuna, N. D. Efeito do tempo de embebição em água e remoção da carúncula na germinação de sementes de mamona (*Ricinus communis* L.). In: Congresso Brasileiro de Mamona, 1., 2004, Campina Grande. Anais... Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. p.123-128. <http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/mamona/publicacoes/trabalhos_cbm1/124.PDF>. 21 Jan. 2013.
- Piña-Rodrigues, F. C. M.; Figliolia, M. B.; Peixoto, M. C. Testes de qualidade. In: Ferreira, A.G.; Borghetti, F. (Orgs.). Germinação do básico ao aplicado. Artmed. Porto Alegre, 2004. Cap.18, p.284-297.
- Rossetto, C. A. V.; Lima, T. M.; Guimarães, E. C. Envelhecimento acelerado e deterioração controlada em sementes de amendoim. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.39, n.8, p.795-801, 2004. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2004000800010>>.
- Silva, J. B.; Lazarini, E.; Sá, M. E. Comportamento de sementes de cultivares de soja, submetidos a diferentes períodos de envelhecimento acelerado. *Bioscience Journal*, v.26, n.5, p.755-762, 2010. <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/7187/5265>>. 21 Jan. 2013.
- Souza, L. A.; Carvalho, M. L. C.; Kataoka, V. Y.; Oliveira, J. A. Teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de mamona. *Revista Brasileira de Sementes*, v.31, n.1, p.60-67, 2009. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222009000100007>>.
- Zuchi, J.; Panozzo, L. E.; Heberle, E.; Dias, D. C. F. S. Qualidade fisiológica de sementes de mamona classificadas por tamanho. *Revista Brasileira de Sementes*, v.32, n.3, p.177-183, 2010. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222010000300020>>.