

ENVELHECIMENTO ACELERADO COMO TESTE DE VIGOR PARA SEMENTES DE ARROZ

ACCELERATED AGING AS TEST OF VIGOR FOR RICE SEEDS

Lilian Madruga de Tunes¹, Lizandro Ciciliano Tavares²
e Antonio Carlos Souza Albuquerque Barros³

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo analisar a metodologia do teste de envelhecimento acelerado, bem como verificar a possibilidade do uso de Cloreto de Sódio (NaCl) como opção para controle da absorção de água pelas sementes durante a realização do teste. Foram utilizados cinco lotes de sementes, submetidos aos testes de germinação (G), emergência de plântulas (EP), índice de velocidade de emergência (IVE) e envelhecimento acelerado (EA), empregando-se os períodos de exposição de 24, 48, 72, 96 e 120h, com e sem solução salina (NaCl). A utilização de solução não saturada e saturada de NaCl diminuiu a absorção de água pelas sementes de arroz durante o teste de envelhecimento acelerado, acarretando uma menor taxa de deterioração e resultados menos drásticos e mais uniformes. As opções 48h com solução não saturada (SNS) e 24h com solução saturada de NaCl (SSS) devem ser utilizadas porque promovem

uma melhor estratificação dos lotes de sementes de arroz. O EA é considerado uma ótima opção como teste de vigor quando comparado a EP e IVE, pelo menor tempo de aquisição e eficiência dos resultados.

Palavras-chave: Germinação, NaCl, *Oryza sativa* L., vigor.

ABSTRACT

The objectives of this study were to examine the methodology of the accelerated aging test and verify the possibility of using NaCl as an option for control of water uptake by seeds during the test. Five lots of seed were tested for germination (G), seedling emergence (SE), index of emergence speed (IES) and accelerated aging (AA). The periods of exposure used were 24, 48, 72, 96 and 120h, with and without saline solution (NaCl). The use of unsaturated and saturated solution of NaCl decreased water uptake by rice seeds during accelerated aging. The use of these solutions decreased deterioration rate and the results were less drastic and more uniform. The periods of exposure of 48h with unsaturated solution and 24 with saturated NaCl solution must be used because they promote a better stratification of seed lots of rice. Accelerated aging is considered an excellent option as a vigor test when compared to seedling emergence and index of emergence speed because the shortest time of acquisition and efficient results.

Keywords: Germination, NaCl, *Oryza sativa* L., vigor.

¹Engenheira Agrônoma, Doutora em Agronomia e Pós-Doutoranda PNPd em Ciência e Tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Brasil. Email: lilianmtunes@yahoo.com.br
Autor para correspondência.

²Engenheiro Agrônomo e Mestre em Ciências, UFPel, Brasil. Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Brasil. Email: lizandro_cicilianotavares@yahoo.com.br

³Engenheiro Agrônomo e Dr. em Ciência e Tecnologia de Sementes, UFPel, Brasil. Professor, FAEM/UFPE, Brasil. E-mail: acbarros@ufpel.edu.br.

Recepção/Reception: 2011.02.22
Aceitação/Acception: 2011.11.04

INTRODUÇÃO

A tecnologia de sementes, como segmento do processo de produção, tem procurado aprimorar os testes usados para avaliar o potencial fisiológico (germinação e vigor) das mesmas, com o objetivo de que os resultados expressem o potencial de desempenho do lote de sementes sob condições de campo. Metodologias e testes de vigor, utilizados no Brasil, em pesquisa e trabalhos de rotina foram relatadas por (Vieira *et al.*, 1994). Dentre estes, encontram-se os testes baseados no estresse das sementes como o teste de envelhecimento acelerado (Vieira e Krzyzanski, 1999).

O teste de envelhecimento acelerado consiste em avaliar a resposta das sementes, por meio do teste de germinação, após terem sido submetidas a condições de estresse: temperatura elevada e umidade relativa próxima a 100%, por determinado tempo (Marcos Filho, 1999a). A temperatura e o período de permanência das sementes na câmara de envelhecimento variam conforme a espécie. Para o arroz, têm sido indicadas as combinações de 42°C por 96 e 120h (Menezes e Silveira, 1995) e 42°C por 72h (Albuquerque *et al.*, 1995).

A absorção de água pelas sementes é um fator que pode interferir na interpretação dos dados do teste de envelhecimento acelerado (Marcos Filho, 2005). Por esse motivo, vêm sendo estudadas alternativas para a condução do envelhecimento acelerado, como a substituição da água por soluções salinas, a fim de controlar o processo de embebição e, assim, a deterioração das sementes (Jianhua e McDonald, 1996), sem reduzir a sensibilidade do teste.

Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo estudar procedimentos para a condução do teste de envelhecimento acelerado para determinar o potencial fisiológico de sementes de arroz (*Oryza sativa* L.).

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Análises de Sementes do Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal de Pelotas, RS. Foram utilizados cinco lotes de sementes de arroz (denominados L1, L2, L3, L4 e L5). Para avaliar o desempenho de cada lote de sementes, conduziram-se os seguintes testes:

Teor de água (TA): conduzido com 3 g de sementes por subamostra, pelo método da estufa a 105°C±3°C, durante 24h (Brasil, 2009).

Germinação (G): conduzido com quatro subamostras de 100 sementes, semeadas em rolos de papel *germitest*, sobre três folhas umedecidas com água destilada e esterilizada, equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco. Os rolos foram mantidos em germinador (25°C). As contagens foram realizadas aos 5 dias após a semeadura, segundo os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

Emergência de plântulas (EP): foram avaliadas quatro subamostras de 50 sementes para cada lote, semeadas em bandejas de plástico a 2,0 cm de profundidade, contendo areia e mantidas a uma temperatura de 25°C, em ambiente controlado. Foram realizadas irrigações sempre que necessário, e a avaliação ocorreu aos 15 dias após a semeadura, quando a emergência das plântulas tornou-se constante, computando-se a porcentagem de plântulas normais emergidas (Nakagawa, 1999).

Índice de velocidade de emergência (IVE): realizado conjuntamente com o teste de emergência de plântulas, através de contagens diárias do número de plântulas emergidas (comprimento de plântula de 1,0 cm acima do solo) até o décimo quinto dia (até a estabilização de plantas emergidas). Para cada repetição, foi calculado o índice de velocidade de emergência, somando-se o número de plantas emergidas a cada dia, dividido pelo respectivo número de dias trans-

corridos a partir da sementeira, conforme Maguire (1962), pela fórmula:

$$IVE = (E_1 \div N_1) + (E_2 \div N_2) + \dots + (E_n \div N_n)$$

Sendo: IVE = índice de velocidade de emergência; E_1 , E_2 , E_n = número de plântulas emergidas, computadas na primeira, na segunda e na última contagem; N_1 , N_2 , N_n = número de dias de sementeira à primeira, segunda e última contagem.

Envelhecimento acelerado tradicional (H_2O): conduzido com a utilização de caixas de plástico transparente (tipo *gerbox*), contendo 40 ml de água e uma bandeja de tela de alumínio, onde as sementes, após pesagem (8,0 g – 400 sementes), foram distribuídas formando uma camada uniforme. As caixas foram mantidas em câmara do tipo B.O.D. (Biological Organism Development), a 41°C, durante 24, 48, 72, 96 e 120h. Decorrido cada período de envelhecimento, quatro subamostras de 100 sementes foram submetidas ao teste de germinação, seguindo metodologia descrita anteriormente, com avaliação realizada no quinto dia após a sementeira. Paralelamente foi determinado o teor de água das sementes (descrito anteriormente) após cada período de envelhecimento, para verificar a uniformidade das condições do teste (Marcos Filho, 1999b).

Envelhecimento acelerado com uso de solução não saturada de NaCl (SNS): realizado de forma semelhante ao envelhecimento acelerado tradicional, porém adicionando-se ao fundo das caixas plásticas 40 ml de solução não saturada de sal (11 g de NaCl diluídas em 100 ml de água), estabelecendo um ambiente com aproximadamente 94% de umidade relativa, adaptando a metodologia descrita por Jianhua e McDonald (1996) e determinando conforme a equação de Van't Hoff, descrita por Salisbury e Ross (1992).

Envelhecimento acelerado com o uso de solução saturada de NaCl (SSS): realizado de forma semelhante ao envelhecimento acelerado tradicional, porém adicionando-se ao fundo das caixas plásticas 40 ml de solução saturada de NaCl (40 g de NaCl diluídas em

100 ml de água), estabelecendo ambiente com aproximadamente 76% de umidade relativa, seguindo a metodologia descrita por Jianhua e McDonald (1996).

Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado. Para os testes de germinação, emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência foram submetidos a análise de variância, com quatro repetições, utilizando a transformação em arco seno $(x/100)^{1/2}$, para os dados em percentagem com o objetivo de normalizar a distribuição. Para comparação das médias, utilizou-se um esquema fatorial 5x5 (cinco tempos de exposição e cinco lotes de sementes). Para os teores de água, não foram realizadas análises estatísticas. Os resultados foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($\alpha=0,05$), empregando-se o programa de análises estatísticas Sisvar (Ferreira, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de água das sementes de arroz foi semelhante para os cinco lotes, ou seja, 12,01 e 12,27% de umidade (Quadro 1). Os dados obtidos para o teor de água das sementes, os quais são semelhantes para as sementes dos cinco lotes, com variação de até 0,26 pontos percentuais, variação essa inferior à amplitude máxima aceitável, que é de 1 a 2 pontos percentuais (Marcos Filho, 1999a). Este fato é importante para a execução das avaliações de envelhecimento acelerado, considerando-se que a uniformização do teor de água das sementes é imprescindível para a padronização das avaliações e obtenção de resultados consistentes (Marcos Filho, 2005), pois, dentro de certos limites, as sementes mais úmidas são mais afetadas pelas condições do envelhecimento acelerado. De acordo com Tunes *et al.* (2011), quando o teor de água das sementes é relativamente baixo, como ocorreu nos lotes das sementes de arroz, é permitida uma maior confiabilidade aos resultados obtidos nos testes de qualidade fisiológica.

Os resultados do teste de germinação (Quadro 1) não indicaram diferenças entre os lotes de sementes de arroz. O teste de emergência de plântulas foi o que diferenciou todos os lotes, evidenciando os lotes 1 e 5 como de potencial fisiológico superior, seguidos pelos lotes 3, 2 e 4 em ordem decrescente quanto à qualidade. O teste de índice de velocidade de emergência diferenciou os lotes 1 e 5 de maior qualidade, os lotes 2 e 3 de qualidade intermediária e o lote 4 como sendo de qualidade inferior. A pequena variação entre os resultados obtidos nos testes sugere, justamente, a necessidade de realização do maior número possível de testes antes de classificar os lotes quanto ao potencial fisiológico, pois cada teste tem um princípio diferente e fornece informações complementares para a decisão a respeito do destino final de cada lote de semente.

Examinando-se os resultados do teste de envelhecimento acelerado (Quadro 2), tanto o procedimento tradicional (96 e 120h), com solução não saturada de NaCl (48 e 72h) quanto com solução saturada de NaCl (24h), observa-se que estes permitiram a estratificação dos lotes de sementes de arroz quanto ao vigor, proporcionando a mesma separação dos lotes verificada pela emergência de plântulas (Quadro 1) (testes de vigor diferentes com a mesma classificação). A adição do NaCl faz com que as sementes não absorvam muita água (proporciona uma menor umidade relativa do ar quando comparado apenas

com água) e sofram um processo de deterioração acentuado, mesmo diante de uma metodologia que causa um estresse nas sementes com a utilização de alta temperatura.

No entanto, ao se analisar o valor de germinação após o envelhecimento tradicional notou-se elevada redução na porcentagem de plântulas emergidas, indicando que o procedimento que utiliza 96 e 120h de exposição não foi o mais adequado para sementes de arroz (Quadro 2). Resultados semelhantes foram obtidos por Ramos *et al.* (2004), Tunes *et al.* (2009), Pedrosa *et al.* (2010) e Tunes *et al.* (2011) em sementes de rúcula, cevada, trigo e aveia, respectivamente, quando constataram que o estresse provocado pelo teste de envelhecimento acelerado tradicional por um período de 96h ocasionou uma redução expressiva da germinação destas sementes.

Considerando que é desejável obter resultado do teste de vigor no menor tempo possível, é mais adequado utilizar o período de 48h de exposição em solução não saturada de NaCl ou 24h em solução saturada de NaCl, pois possibilita a economia de energia elétrica pelo equipamento, além de fornecer resultados em menor período de tempo.

Os resultados médios do teor de água atingido após a realização do teste de envelhecimento acelerado tradicional, solução não saturada e saturada de NaCl estão apresentados na figura 1A. Observa-se que as sementes de arroz envelhecidas no procedimento tradicional atingiram

Quadro 1 - Qualidade inicial dos lotes das sementes de arroz pelo teor de água (TA), teste de germinação (G), emergência de plântulas (EP) e índice de velocidade de emergência (IVE).

Lotes	TA %	G	EP	IVE
1	12,21	93 a	90 a	12,1 a
2	12,15	90 a	84 c	10,3 b
3	12,11	95 a	87 b	10,8 b
4	12,01	90 a	78 d	8,7 c
5	12,27	93 a	91 a	12,3 a
CV (%)		5,07	3,17	5,23

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quado 2 - Porcentagem de germinação das sementes de arroz após o teste de envelhecimento acelerado tradicional (H₂O), solução não saturada (SNS) e solução saturada de NaCl (SSS), durante o período de exposição de 24, 48, 72, 96 e 120h.

Lotes	Tradicional					SNS					SSS				
	24h	48h	72h	96h	120h	24h	48h	72h	96h	120h	24h	48h	72h	96h	120h
1	90a	71b	70b	51a	18a	86a	85a	80a	77a	44a	91a	87a	79b	79b	50a
2	86b	67b	63b	20c	6c	73b	65c	62c	62b	28b	80c	70c	65c	65c	41b
3	87b	60c	60c	38b	11b	75b	75b	70b	65b	30b	86b	79b	75b	65c	42b
4	85b	59c	51d	10d	1d	70b	51d	51d	50c	26b	77d	66c	60c	60c	37b
5	90a	85a	81a	55a	21a	88a	87a	82a	75a	41a	90a	87a	87a	85a	55a
CV (%)	9,32					11,45					7,13				

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

teores de água mais elevados e com maiores variações, diferindo em 9,4 pontos percentuais (p.p.), que excedem os limites toleráveis de 3 a 4p.p., indicados por Marcos Filho (1999b). No procedimento tradicional, as sementes absorveram maior percentual de água quando comparadas àquelas da metodologia com uso de solução não saturada e saturada de NaCl. Da mesma forma, Rodo *et al.* (2000) verificaram, para sementes de cenoura, variações de 5,0 a 9,2p.p., consideradas excessivas, ao final do envelhecimento acelerado tradicional.

Por outro lado, verificou-se que o uso de solução salina não saturada (Figura 1B) reduziu a velocidade de absorção de água pelas sementes durante o período de envelhecimento, não excedendo a variação de 3,8p.p. do teor de água entre os lotes envelhecidos. O mesmo ocorreu com o envelhecimento com uso de solução saturada de NaCl (Figura 1C), com variação máxima de 2,7p.p. As condições de envelhecimento acelerado com solução não saturada e saturada de NaCl promoveram efeitos menos drásticos, pois, ao atingir menores teores de água (máximo de 31,91% (SNS) e 24,75% (SSS), enquanto o tradicional chegou a 40,35%), a deterioração das sementes foi atenuada em relação ao método tradicional. Isso também foi verificado por Torres e Marcos Filho (2003) e Tunes *et al.* (2009), trabalhando com sementes de melão e cevada, respectivamente.

Resultados semelhantes foram encontrados por Torres (2004), com a utilização de solução saturada de NaCl no teste de envelhecimento acelerado com sementes de erva doce, em que a redução da velocidade de absorção de água pelas sementes acarretou deterioração menos acentuada e resultados menos drásticos e mais uniformes que os obtidos com o procedimento tradicional. Este método também foi eficiente para avaliação do vigor de sementes de melancia (Bhering *et al.*, 2003), tomate (Panobianco e Marcos Filho, 2001), rúcula (Ramos *et al.*, 2004), cevada (Tunes *et al.*, 2009) e azevém (Tunes *et al.*, 2011).

Os resultados deste trabalho confirmam que o uso de solução salina saturada ou não saturada de NaCl contribui para o aprimoramento da metodologia do teste de envelhecimento acelerado na avaliação do vigor de sementes de arroz, pois, além de utilizar o mesmo equipamento do procedimento tradicional, proporciona condições para a diminuição da absorção de água pelas sementes e de maneira mais uniforme.

CONCLUSÃO

A utilização de solução não saturada e saturada de NaCl diminui a absorção de água e a taxa de deterioração das sementes de arroz durante o teste de envelhecimento acelera-

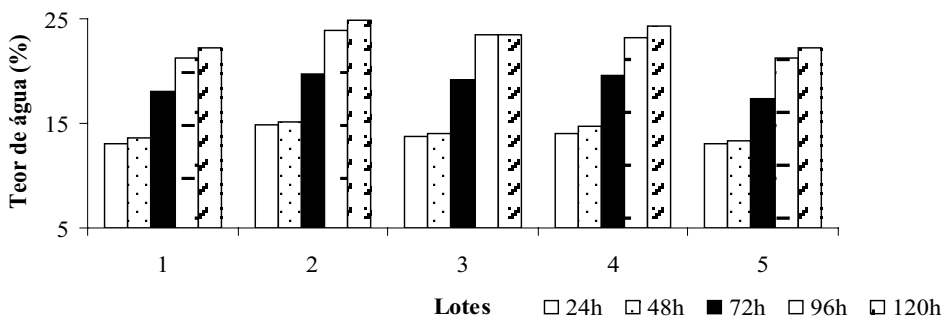
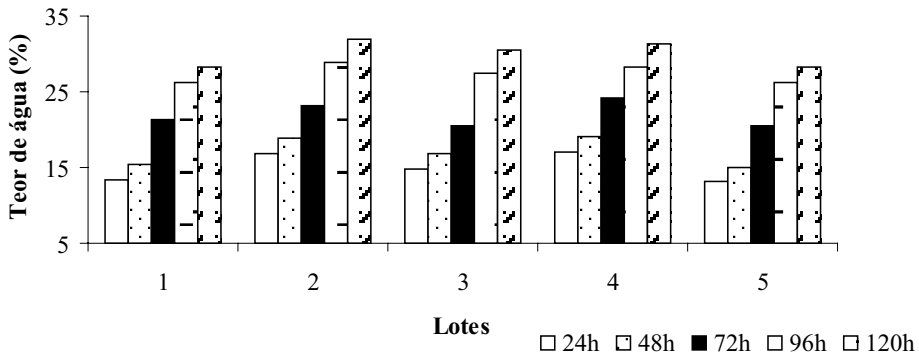
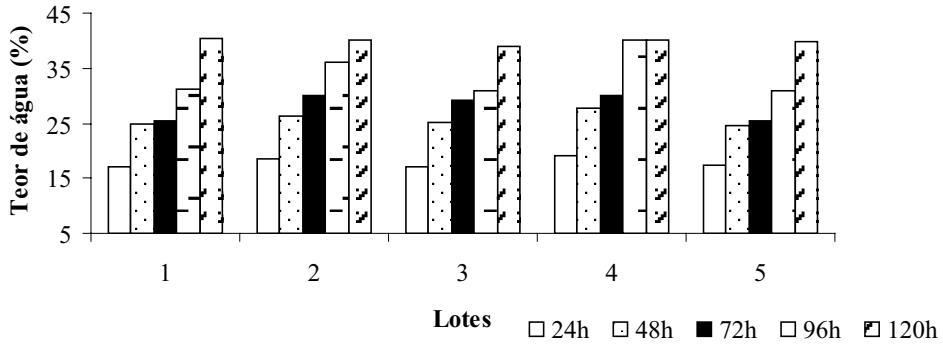


Figura 1 - Teor de água (TA) das sementes de arroz após o teste de envelhecimento acelerado tradicional (H₂O), solução não saturada (SNS) e solução saturada de NaCl (SSS), durante o período de exposição de 24, 48, 72, 96 e 120h. *1A – Teste de envelhecimento acelerado tradicional (TR); 1B – Teste de envelhecimento acelerado com solução não saturada de NaCl (SNS) e 1C – Teste de envelhecimento acelerado com solução salina saturada de NaCl (SSS).

do. A opção 48h, com solução não saturada (SNS) ou 24h com solução saturada de NaCl (SSS), deve ser utilizada porque promove uma melhor estratificação dos lotes de sementes de arroz. O teste de envelhecimento acelerado é considerado uma ótima opção como teste de vigor quando comparado a EP e IVE, pelo menor tempo de aquisição e eficiência dos resultados.

REFERÊNCIAS

- Albuquerque, M.C.F.; Campos, V.C.; Mendonça, E.A.F.; Caldeira, S.A.F. e Brunca, R.H.C.G. (1995) - Testes de envelhecimento acelerado em sementes de arroz: influência da temperatura e do período de exposição. *Revista Agricultura Tropical*, 1: 9-16.
- Bhering, M.C.; Dias, D.C.F.S.; Vidigal, D.S. e Naveira, D.S.P. (2003) - Avaliação do vigor de sementes de melancia (*Citrullus lanatus* Scherad) pelo teste de envelhecimento acelerado. *Revista Brasileira de Sementes*, 25:1-6.
- Brasil, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária (2009) - *Regras para análise de sementes*. Brasília, MAPA/ACS, 399 p.
- Ferreira, D. F. (2000) - Análises estatísticas por meio do SISVAR para windows versão 4.0. In: 45ª Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, São Carlos. São Carlos, UFSCAR, p. 225-258. *Anais da 45ª Reunião Anual da RBras da Sociedade Internacional de Biometria*, p. 225-258.
- Jianhua, Z. e McDonald, M. B. (1996) - The saturated salt accelerated aging test for small seed crops. *Seed Science and Technology*, 25:123-131.
- Maguire, J. D. (1962) - Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. *Crop Science*, 2:176-177.
- Marcos Filho, J. (1999a) - Testes de vigor: importância e utilização. In: Krzyzanski, F. C, Vieira, R. D e França Neto, J.B (Eds.) - *Vigor de Sementes: Conceitos e Teses*. Londrina, ABRATES, capítulo 1, p. 1.21.
- Marcos Filho, J. (1999b) - Testes de vigor: importância e utilização. In: Krzyzanski, F.C., Vieira e R.D (Eds.) - *Vigor de sementes: Conceitos e testes*. Londrina, ABRATES, capítulo 3, p. 3.24.
- Marcos Filho, J. (2005) - *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Piracicaba, FEALQ, 495 p.
- Menezes, N.L. e Silveira, T.L.D. (1995) - Métodos para avaliar a qualidade fisiológica de sementes de arroz. *Scientia Agrícola*, 52: 350 – 359.
- Nakagawa, J. (1999) - Testes de vigor baseado no desempenho das plântulas. In: Krzyzanski F. C, Vieira, R.D, França Neto, J.B (Eds.) - *Vigor de Semente: Conceitos e teses*. Londrina, ABRATES, capítulo 2: 1-24.
- Panobianco, M. e Marcos Filho, J. (2001) - Envelhecimento acelerado e deterioração controlada em sementes de tomate. *Scientia Agrícola*, 58: 525-531.
- Pedroso, D.C.; Tunes, L.M.; Barbieri, A.P.P.; Barros, A.C.S.A.; Muniz, M.F.B.M. e Menezes, V.O. (2010) - Envelhecimento acelerado em sementes de trigo. *Ciência Rural*, 40: 2389-2392.
- Ramos, N.P.; Flor, E.P.O e Mendonça, E.A.F. M. (2004). Envelhecimento acelerado em sementes de rúcula (*Eruca sativa* L.). *Revista Brasileira de Sementes*, 26: 98-103.
- Rodo, A. B.; Panobianco, M. e Filho, J.M. (2000) - Metodologia alternativa do teste de envelhecimento acelerado para sementes de cenoura. *Scientia Agrícola*, 57: 289- 292.
- Salisbury, F.B. e Ross, C.W. (1992) - *Plant physiology*. 4 ed. Belmont, Wadsworth, 682 p.
- Torres, S. B. (2004) - Teste de envelhecimento acelerado em sementes de erva-doce. *Revista Brasileira de Sementes*, 26: 20-24.
- Torres, S.B. e Marcos Filho, J. (2003) - Accelerated aging of melon seeds. *Scientia Agrícola*, 60: 77-82.

- Tunes, L.M.; Badinelli, P.G.; Olivo, F. e Barros, A.C.S.A. (2009) - Teste de envelhecimento acelerado em cevada. *Magistra*, 21: 111-119.
- Tunes, L.M.; Pedroso, D.C.; Badinelli, P.G.; Tavares, L.C.; Rufino, C.A.; Barros, A.C.S.A. e Muniz, M.F.B. (2011) - Envelhecimento acelerado em sementes de cebola com e sem solução salina saturada. *Ciência Rural*, 41: 33-37.
- Vieira, R.D.; Carvalho, N.M. e Sader, R. (1994) - Teste de vigor e suas possibilidades de uso. *In: Vieira, R.D. e Carvalho, N.M. - Teste de vigor em sementes*. Jaboticabal, FUNEP/UNESP. p.31-47.
- Vieira, R.D. e Krzyzanowski, F.C. (1999) - Teste de condutividade elétrica. *In: Krzyzanowski, F.C.; Vieira, R.D. e França Neto, J.B. (Eds.) - Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina, ABRATES, 218p.