
TESTES DE DETERIORAÇÃO CONTROLADA E DE ENVELHECIMENTO ACELERADO NA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE REPOLHO

BERNARDES, Paula Mauri¹
LOPES, José Carlos¹
ZANOTTI, Rafael Fonsêca¹
MOTTA, Ludymila Brandão¹
MENGARDA, Liana Hilda Golin¹
SPADETO, Cristiane¹

Recebido em: 2014.03.09

Aprovado em: 2015.03.30

ISSUE DOI: 10.3738/1982.2278.1225

RESUMO: O objetivo do trabalho foi verificar a eficiência dos testes de deterioração controlada e envelhecimento acelerado na diferenciação da qualidade fisiológica de sementes de repolho, cvs. “quatro estações” e “sessenta dias”. As sementes foram submetidas aos testes de deterioração controlada com teores de água de 16, 18, 20 e 22%, a 45 °C durante 24 h, e ao teste de envelhecimento acelerado (45 °C por 48 h). Em seguida, as sementes foram dispostas em placas de Petri, acondicionadas em BOD com temperatura constante de 30 °C, sendo avaliadas quanto à germinação e ao vigor. Os testes de envelhecimento acelerado e deterioração controlada são eficientes para identificar diferentes níveis de vigor das sementes dos cultivares de repolho “quatro estações” e “sessenta dias”, principalmente por meio da análise do índice de velocidade de germinação.

Palavras-chave: *Brassica oleracea* L. Germinação Vigor.

CONTROLLED DETERIORATION AND ACCELERATED AGING TESTS IN THE EVALUATION OF PHYSIOLOGICAL QUALITY IN CABBAGE SEEDS

SUMMARY: The aim of this research was verify the efficiency of the controlled deterioration and accelerated aging tests to differentiation of physiological quality of cabbage seeds, cultivars "quatro estações" and "sessenta dias". Seeds were tested for controlled deterioration test (water content of seeds with 16, 18, 20 and 22% at 45 ° C for 24 h) and accelerated aging (45 ° C for 48 h). The seeds were sown in Petri dishes lined with paper germitest and kept in a germination chamber type Biochemical Oxygen Demand (BOD) under constant temperature of 30 °C., were studied germination and vigor. The accelerated aging and controlled deterioration are efficient to identify different levels of seed vigor of cultivars of cabbage "quatro estações" and "sessenta dias", mainly through germination speed index.

Keywords: *Brassica oleracea* L. Germination. Vigor.

INTRODUÇÃO

A utilização de sementes de alta qualidade é essencial para obter altas taxas de germinação com estande uniforme e plântulas vigorosas no campo. A qualidade fisiológica pode ser avaliada por testes de germinação, que geralmente são conduzidos em condições favoráveis de umidade e temperatura, que superestima o potencial fisiológico dos lotes. Para avaliar o vigor são necessários outros testes de maior sensibilidade e eficiência para distinguir lotes e cultivares com relação ao nível de vigor (MARCOS FILHO, 2005; SANTOS *et al.*, 2011), como os testes de envelhecimento acelerado e deterioração controlada.

¹ Universidade Federal do Espírito Santo - faelzanotti@gmail.com

O envelhecimento acelerado consiste na aceleração da deterioração das sementes devido à exposição a condições de alta temperatura e umidade. As sementes mais vigorosas deterioram-se mais lentamente quando submetidas a este teste. Desta forma, é possível prever quais os lotes irão se desenvolver melhor nas condições adversas as quais serão submetidos no campo e durante o período de armazenamento (RAMOS *et al.*, 2004).

No teste de deterioração controlada as sementes são submetidas a temperatura e umidade elevadas por um determinado período, em condições que favorecem o umedecimento (MARCOS FILHO, 2005). A absorção de água com velocidades diferentes entre as amostras de mesma espécie, durante o período de envelhecimento ocasiona diferentes intensidades de deterioração (DUTRA; FILHO, 2008). Assim como no envelhecimento acelerado, este teste é comumente utilizado para verificar diferenças no vigor de lotes de sementes e também para verificar o potencial de armazenamento de diversas hortaliças (GOULART; TILLMANN, 2007).

A aplicação do teste de envelhecimento acelerado em sementes de brássicas foi realizado por Costa *et al.* (2008), que obtiveram resultados consistentes para separação de lotes com base na qualidade fisiológica. Estes autores ressaltaram a importância destes estudos, levando em consideração que cada espécie ou cultivar necessitam de uma condição específica para se conduzir o teste.

O repolho (*Brassica oleracea* L. var. capitata), família Brassicaceae, abrange o maior número de culturas oleráceas, ocupando lugar proeminente na olericultura do Brasil (FILGUEIRA, 2008). Os estudos sobre o potencial fisiológico das sementes de brássicas são escassos, sendo necessário levantar informações sobre a aplicação de testes capazes de identificar os diferentes níveis de vigor das sementes dos cultivares disponíveis para comercialização.

Assim, este trabalho teve como objetivo verificar a eficiência dos testes de deterioração controlada e envelhecimento acelerado na diferenciação da qualidade fisiológica de sementes de repolho dos cultivares “quatro estações” e “sessenta dias” por meio da avaliação da porcentagem, primeira contagem e índice de velocidade de germinação.

MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes (LAS), do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), utilizando-se sementes de repolho dos cultivares “quatro estações” e “sessenta dias” adquiridas no mercado local, no município de Alegre – ES.

O experimento foi conduzido num delineamento experimental inteiramente casualizado, com os tratamentos distribuídos em arranjo fatorial simples 2 x 6 (cultivares x testes), em quatro repetições e 25 sementes por tratamento, cujas sementes foram submetidas aos testes descritos a seguir:

Deterioração controlada - após o ajuste do teor de água das sementes para 16, 18, 20 e 22%, as mesmas foram distribuídas sobre a tela metálica das caixas plásticas tipo gerbox contendo 0,045 L de água destilada no interior. No período de umedecimento as sementes foram mantidas em germinador a 30 °C e os teores de água verificados através de pesagens frequentes. As amostras de sementes, parcialmente embebidas, com os teores de água ajustados foram mantidas em embalagem de alumínio, hermeticamente fechadas e mantidas em refrigerador (5-8 °C) por 16 h, sendo logo após, transferidas para banho-maria a

45 °C por 24 h e imersas, rapidamente, em água fria para reduzir e uniformizar a temperatura; em seguida realizou-se a semeadura, com quatro subamostras de 25 sementes por cultivar.

Envelhecimento acelerado - conduzido em caixas plásticas tipo gerbox, que funcionam como minicâmaras, utilizando-se quatro subamostras de 25 sementes distribuídas sobre a tela metálica suspensa no interior das caixas, as quais continham 0,045 L de água destilada. As amostras foram mantidas a 45 °C por 48 h e, posteriormente, submetidas ao teste de germinação.

O teor de água foi determinado pelo método da estufa à temperatura de 105 ± 3 °C por 24 h, conforme Brasil (2009), utilizando-se duas repetições de 30 sementes. A germinação foi realizada em placas de Petri sobre papel “germitest” umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco mantidas em câmara de germinação do tipo *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D.), regulada à temperatura de 30 °C e luz constantes. A verificação da germinação das sementes foi realizada por contagens diárias, até o décimo dia. Para a avaliação da qualidade fisiológica das sementes foram determinados:

Porcentagem de germinação - considerando o número de sementes que apresentavam protrusão de raiz primária com, no mínimo, 1 mm de comprimento (BRASIL, 2009);

Primeira contagem de germinação – realizada conjuntamente com o teste de germinação, computando-se a porcentagem de plântulas normais, no quinto dia após a semeadura (BRASIL, 2009);

Índice de velocidade de germinação (IVG) - calculado conforme a equação proposta por Maguire (1962):

$IVG = G1/N1 + G2/N2 + \dots + Gn/Nn$, em que:

IVG = índice de velocidade de germinação;

G1, G2, ...Gn = número de plântulas normais computadas na primeira, segunda,... última contagem;

N1, N2,... Nn = número de dias da semeadura à primeira, segunda,... última contagem.

Os dados foram submetidos à análise de variância (teste F) em nível de 0,05 de significância e, em seguida, as médias foram comparadas a 5% de probabilidade utilizando o teste de Tukey, com emprego do software ASSISTAT 7.5 beta.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de água inicial foi de 6,4 e 6,8% nas sementes dos cultivares “quatro estações” e “sessenta dias”, respectivamente. Nas sementes não submetidas ao envelhecimento acelerado ou a deterioração controlada (controle), a porcentagem de germinação (G) do cultivar “quatro estações” foi de 79%, e do cultivar “sessenta dias” foi de 58%. Maiores valores de primeira contagem de germinação (PCC) e de índice de velocidade de germinação (IVG) no controle também foram observados para o cultivar “quatro estações” (Tabela 1).

Tabela 1. Dados de porcentagem de germinação (G%), primeira contagem de germinação (PCG) e índice de velocidade de germinação (IVG) para os testes de deterioração controlada (16, 18, 20 e 22% de teor de água) e envelhecimento acelerado (EA).

Teste	Cultivar	Controle	Deterioração controlada				EA
			16%	18%	20%	22%	
G%	Quarto estações	79 aA	83 aA	73 aA	80 aA	50 aB	0,0 bC
	Sessenta dias	58 bA	71 aA	59 bA	72 aA	55 aAB	35 aB
PCG	Quarto estações	0,8 aA	0,8 aA	0,7 aA	0,8 aA	0,3 aB	0,0 bC
	Sessenta dias	0,6 bAB	0,7 aA	0,6 aAB	0,7 aA	0,4 aBC	0,3 aC
IVG	Quarto estações	2,5 aA	2,5 aA	2,3 aA	2,5 aA	1,2 aB	0,0 bC
	Sessenta dias	1,7 bAB	2,0 bA	1,6 bAB	2,0 bA	1,3 aBC	0,7 aC

As médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas minúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si, em nível de 5% de probabilidade, pelo Teste Tukey.

Na deterioração controlada com teores de água de 16, 20 e 22%, a partir da avaliação da porcentagem de germinação, não foi possível diferenciar os níveis de vigor entre os cultivares estudados. Quando o teor de água foi ajustado para 18% por 24 h a 45 °C (Tabela 1), as sementes do cultivar “sessenta dias” apresentaram menor porcentagem de germinação em relação ao cultivar “quarto estações”. O mesmo observado para o índice de velocidade de germinação com teores de água de 16, 18 e 20%, confirmando que o cultivar “sessenta dias” apresentou menor tolerância a estas condições.

Em estudo com sementes de rúcula, Alves *et al.* (2011) verificaram que o teste de deterioração controlada não foi sensível o suficiente para avaliar a qualidade fisiológica das sementes para os cultivares testados com teores de água de 18, 21 e 24%, a 45 °C por 24 e 48 h. Já o teste de deterioração com teor de água de 20% a 41 °C foi eficiente na avaliação da qualidade fisiológica de sementes desta espécie em trabalho realizado por Goulart e Tillmann (2007). No presente estudo foi observado que a deterioração controlada de sementes com teor de água de 18% a 45 °C permitiu diferenciar a qualidade das sementes entre os cultivares com base na avaliação da porcentagem de germinação, e com teores de água de 16, 18 e 20% com base na avaliação do índice de velocidade de germinação.

Com relação a primeira contagem de germinação, não foram observadas diferenças significativas entre os cultivares, mas dentro dos cultivares houve diferença com o teor de água de 22%, o qual apresentou o menor desempenho.

Em estudo sobre potencial fisiológico de sementes de brássicas, Costa *et al.* (2008) concluíram que a primeira contagem de germinação pode ser utilizado como teste de vigor para as sementes de couve-brócolis e repolho, pois conseguiu identificar diferenças mínimas entre os lotes de sementes. A primeira contagem de germinação é um teste que de forma indireta estima a velocidade de germinação (BHERING *et al.*, 2000) que, em alguns casos, este teste expressa melhor as diferenças de velocidade de germinação entre os lotes de sementes do que o índice de velocidade de germinação (NAKAGAWA, 1999). No entanto, no presente trabalho, este teste não foi adequado para a identificação dos diferentes níveis de vigor das sementes dos cultivares estudados.

Dentro de cada cultivar, as sementes submetidas a deterioração controlada com teor de água de 22% apresentaram menor percentual de germinação e vigor. Ainda, as sementes de ambos os cultivares submetidas ao teste de envelhecimento acelerado apresentaram redução drástica das médias relacionadas às características germinativas (Tabela 1).

Os testes de deterioração controlada e envelhecimento acelerado são considerados eficientes e sensíveis para diferenciar lotes de inúmeras espécies. Dentre as vantagens do teste de deterioração destaca-se o fato de ser relativamente simples e de fácil padronização (GOULART; TILLMANN, 2007). Caracterizam-se pelo uso de condições artificiais de elevada umidade e temperatura para acelerar a deterioração e, assim, identificar o vigor entre cultivares e entre lotes de um cultivar (MARCOS FILHO, 2005). Nota-se que a maior umidade da deterioração controlada (22%), assim como o envelhecimento acelerado (EA), onde a umidade relativa (UR%) do ambiente é próxima de 100% foram os testes que apresentaram menores médias de germinação, primeira contagem e índice de velocidade de germinação. Logo, sugere-se que teor de água acima de 20% para deterioração controlada, assim como o teste de envelhecimento acelerado, não são indicadas para avaliação do vigor de sementes de repolho dos cultivares “quatro estações” e “sessenta dias”.

Em trabalho com sementes de rúcula com 20% de teor de água a 41 °C, não houve resultados consistentes na avaliação dos testes de deterioração. Os autores afirmam que esse fato ocorreu em virtude dos lotes apresentarem baixa qualidade fisiológica (DANTAS *et al.*, 2010).

O cultivar “quatro estações” apresentou maior vigor em relação ao “sessenta dias”, considerando o controle e o teste de deterioração controlada até 20% de teor de água por 24 h a 45 °C. Em contrapartida, no teste de envelhecimento acelerado, o cultivar “quatro estações” apresentou desempenho inferior ao cultivar “sessenta dias” para todos os parâmetros avaliados: porcentagem, primeira contagem e índice de velocidade de germinação (Tabela 1).

O fato do cultivar “quatro estações” não ter apresentado germinação, pode estar relacionado a uma rápida absorção de água pelas sementes proporcionando uma deterioração mais rápida por serem de pequeno tamanho. As sementes de menor tamanho conseguem absorver água mais rapidamente e, conseqüentemente, deterioraram de forma mais rápida e intensamente, o que dificulta a obtenção de resultados confiáveis (FREITAS; NASCIMENTO, 2006).

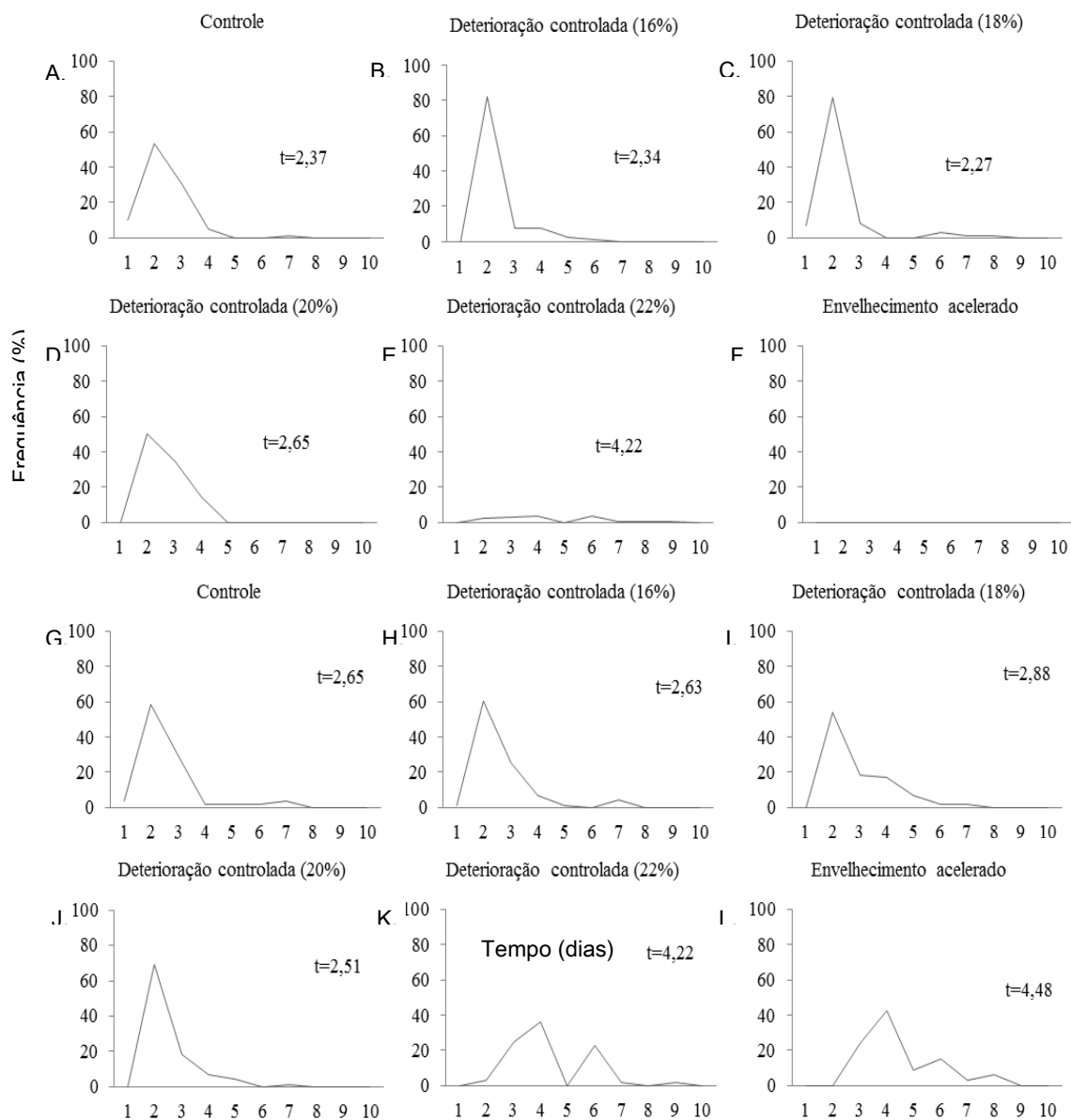
Em estudo com sementes de coentro, Tunes *et al.* (2011) verificaram que à medida que se aumentou o tempo de exposição ao tratamento, houve uma redução na germinação das sementes, provavelmente, devido ao alto teor de água que as mesmas atingiram após o teste.

Estudando sementes de brássicas, Costa *et al.* (2008) conseguiram separar lotes com base na qualidade fisiológica utilizando-se o teste de envelhecimento a 42 °C, e ressaltaram a importância e a atenção que deve ser dada a esse teste, pois cada espécie ou cultivar necessitam de uma condição específica para se conduzir o teste.

No método de envelhecimento tradicional, Tunes *et al.* (2012) conseguiram separar os lotes de sementes de brócolis com relação ao vigor mas, quando analisaram a porcentagem de germinação, verificaram uma elevada redução no número de plântulas, sugerindo que o teste com 96 h não foi adequado para as sementes de brócolis. Neste trabalho verificou-se que as sementes do cultivar “quatro estações” não germinaram após o teste de envelhecimento, mostrando-se mais sensíveis a este teste, possivelmente pelo fato deste teste ter sido mais drástico para as sementes de repolho deste cultivar.

De acordo com a frequência relativa de germinação (Figura 1), o pico de germinação foi alcançado no segundo dia. Para ambos os cultivares, o teste de deterioração controlada a 18% de teor de água, além de apresentar maiores médias para os parâmetros avaliados, proporcionou uma germinação rápida e uniforme. Tanto o controle quanto a deterioração a 20% de teor de água apresentaram germinação desuniforme, enquanto que na deterioração a 22% e no envelhecimento acelerado, a germinação foi praticamente nula.

Figura 1. Frequência relativa de germinação – cultivar “sessenta dias” (A, B, C, D, E, F) e “quatro estações” (G, H, I, J, K, L).



Menores tempos médios de germinação foram observados no teste de deterioração com 18% de teor de água para o cultivar “quatro estações” (2,27 dias) e com 20% de teor de água para o cultivar “sessenta dias” (2,51 dias). Maiores tempos médios foram verificados com 22% (4,22 dias), em ambos os cultivares.

CONCLUSÃO

Os testes de envelhecimento acelerado e deterioração controlada são eficientes para identificar diferentes níveis de vigor das sementes dos cultivares de repolho “quatro estações” e “sessenta dias”, principalmente, por meio do índice de velocidade de germinação.

O teste de deterioração controlada com teor de água acima de 20%, assim como o teste de envelhecimento acelerado (48h a 45 °C com UR=100%), não são indicados para avaliação do vigor de sementes de repolho dos cultivares avaliados, uma vez que reduzem drasticamente a germinação e o vigor.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES pela concessão de bolsas aos autores e ao CNPq pela concessão de bolsa de produtividade ao segundo autor.

REFERÊNCIAS

- ALVES, C.Z. et al. Qualidade fisiológica de sementes de *Eruca sativa* L. pelo teste de deterioração controlada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.12, p.2090-2095, 2011.
<http://www.scielo.br/pdf/cr/v41n12/a19711cr5051.pdf>
- BHERING, M.C. et al. Métodos para a avaliação do vigor de sementes de pepino. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas v.22, n.2, p.171-175, 2000.
<http://www.abrates.org.br/revista/artigos/2000/v22n2/artigo23.pdf>
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395p.
- COSTA, C.J.; TRZECIAK, M.B.; VILLELA, F.A. Potencial fisiológico de sementes de brássicas com ênfase no teste de envelhecimento acelerado. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.26, n.2, p.144-148, 2008. <http://www.scielo.br/pdf/hb/v26n2/03.pdf>
- DANTAS, M.R.S.; TORRES, S.B. Vigor de sementes de rúcula e desempenho das plantas em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas v.32, n.4, p. 49-57, 2010.
<http://www.scielo.br/pdf/rbs/v32n4/06.pdf>
- DUTRA, A.S.; FILHO, S.M. Teste de deterioração controlada na determinação do vigor em sementes de algodão. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.30, n.1, p.19-23, 2008.
<http://www.scielo.br/pdf/rbs/v30n1/a03v30n1>
- FILGUEIRA, F.A.R. **Manual de olericultura: cultura e comercialização de hortaliças**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2008. 357p.
- FREITAS, R.R.A.; NASCIMENTO, W.N. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de lentilha. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.28, n.3, p.59-63, 2006.
<http://www.scielo.br/pdf/rbs/v28n3/09.pdf>
- GOULART, L.S.; TILLMANN, M.A.A. Vigor de sementes de rúcula (*Eruca sativa* L.) pelo teste de deterioração controlada. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.29, n.2, p.179-186, 2007.
<http://www.scielo.br/pdf/rbs/v29n2/v29n2a24.pdf>
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid inselection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p.176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

NAKAGAWA, J. **Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas**. In: Krzyzanowski, F.C.; Vieira, R.D.; França Neto, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.2.1-2.24.

RAMOS, N.P.et al. Envelhecimento acelerado em sementes de rúcula (*Eruca sativa* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.26, n.1, p.98-103, 2004.
<http://www.scielo.br/pdf/rbs/v26n1/a15v26n1.pdf>

SANTOS, F.et al. Teste de envelhecimento acelerado para avaliação da qualidade de sementes de alface e almeirão. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.33, n.2, p.322-323, 2011.
<http://www.scielo.br/pdf/rbs/v33n2/15.pdf>

TUNES, L.M.et al. Envelhecimento acelerado modificado para sementes de coentro (*Coriandrum sativum*L.) e sua correlação com outros testes de vigor. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.9, n.1, p.12-17, 2011. <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/1645/990>

TUNES, L.M.et al. Envelhecimento acelerado em sementes de brócolis. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.28, n.2, p.173-179, 2012. <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/11636/8475>