

EFEITO DO ENVELHECIMENTO ACELERADO NA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE TRIGO¹

Effect of the accelerated aging in the evaluation of the physiological quality in wheat seeds

Aline Rodrigues Maia², José Carlos Lopes³, Carlos de Oliveira Teixeira⁴

RESUMO

A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Tecnologia e Análise de Sementes, no Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES, com o objetivo de estudar a temperatura e o período de exposição adequados para a avaliação de sementes de trigo da cultivar Aliança pelo teste de envelhecimento acelerado. As sementes foram expostas às temperaturas de 41°, 43° e 45°C e umidade relativa do ar de 100%, por períodos de zero, 24, 48, 72 e 96 horas. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições de 25 sementes. A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada pelos testes de germinação e vigor (comprimento da raiz primária e massa seca). Temperaturas de 41°C e tempos de exposição de 24 e 48 horas são os mais indicados para o teste de envelhecimento acelerado em trigo; sob temperatura de 43°C, recomenda-se utilizar 24 horas de exposição das sementes; a temperatura de 45°C é letal.

Termos para indexação: Vigor, *Triticum aestivum* L., envelhecimento acelerado, germinação.

ABSTRACT

This research was carried out in the Laboratory of Seeds Technology and Analysis of the Fitotecnia Department of the Agrarian Science Center of Federal University of Espírito Santo, Alegre, Espírito Santo State, Brazil, with the objective to evaluate the temperature and the period of exposition adjusted for the evaluation of the seeds wheat cultivar Alliance for the accelerated aging test. The seeds were exposed under temperatures of 41°, 43° and 45°C and relative humidity of the air of 100%, for periods of zero, 24, 48, 72 and 96 hours, using the completely randomized design, with four replications of 25 seeds. The physiological quality of the seeds was evaluated by germination and vigor tests (radicle length and dry matter). Temperature of 41°C for periods of 24 and 48 hours of treatment were the more indicated for the wheat aging; under temperature of the 43°C was recommended 24 hours of exposition. Treatment of the seeds with accelerated aging using temperature of 45°C determined the death of the seeds, culminating with deterioration.

Index terms: Vigor, *Triticum aestivum* L., accelerated aging, germination.

(Recebido em 28 de abril de 2006 e aprovado em 11 de dezembro de 2006)

INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum*), é um dos principais alimentos da humanidade, ocupando 20% da área cultivada no mundo. Sua produção está em torno de 610 milhões de toneladas/ano tendo como principais produtores mundiais a China, Índia, Estados Unidos, Rússia, Canadá, Austrália, Ucrânia, Turquia, Irã, Argentina, Cazaquistão, Egito, Romênia, Ubequistão, Síria e outros com uma produção de cerca de 410 milhões de toneladas na safra de 2005/06 (ABITRIGO, 2006).

No Brasil, sua produção concentra-se no Sul e Centro-Sul do país tendo como principal, produtor o estado do Paraná. A região Sul é responsável pelo segundo lugar no ranking de produção nacional brasileira de grãos. A média de produção de trigo no Brasil no ano de 2005 foi de 5.845,90 toneladas e a importação de trigo neste mesmo

ano foi de 4.847,80 toneladas, totalizando 10.693,70 toneladas (IBGE, 2006).

Dentre os vários fatores necessários para o desenvolvimento da planta, a água destaca-se ao mesmo tempo como mais abundante e o mais limitante fator da produtividade agrícola. É através dela que inúmeros processos físicos e bioquímicos se desenvolvem, ocasionando a expansão dos tecidos e, conseqüentemente, o desenvolvimento vegetal, onde se destaca a germinação, caracterizada pela protrusão da raiz primária através do tegumento, que é o ponto crucial que identifica esse processo que depende de um nível ideal de hidratação para que ocorra a ativação dos processos metabólicos, que culminarão com o crescimento do eixo embrionário (BEWLEY & BLACK, 1994; CARVALHO & NAKAGAVA, 2000).

¹Parte do trabalho de dissertação do mestrado.

²Engenheira Agrônoma, Mestranda em Produção Vegetal – Centro de Ciências Agrárias/CCA – Universidade Federal do Espírito Santo/UFES – Rua Calixto Martins de Melo, 230 – 38610-000 – Unai, MG – arodriguesm@hotmail.com

³Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor Associado – Departamento Produção Vegetal – Centro de Ciências Agrárias/CCA – Universidade Federal do Espírito Santo/UFES – Alto Universitário, s/n – Cx.P. 16 – 29500-000 – Alegre, ES – jclopes@cca.ufes.br; jcufes@bol.com.br

⁴Engenheiro Agrônomo – Centro de Ciências Agrárias/CCA – Universidade Federal do Espírito Santo/UFES – Rua Calixto Martins de Melo, 230 – 38610-000 – Unai, MG – teixeiraagronomo@hotmail.com

A qualidade da semente é definida como o conjunto de atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários que influenciam na capacidade do lote de originar uma lavoura uniforme constituída de plantas vigorosas e representativas da cultivar, livre de plantas invasores ou indesejáveis (POPINIGIS, 1985). No campo, onde as condições nem sempre são ideais para a germinação, principalmente quando ocorre estresse térmico e hídrico, as respostas apresentadas pelas sementes podem ser bastante variadas.

O teste de envelhecimento acelerado, utilizando-se alta temperatura e umidade relativa elevada é um teste de vigor semelhante ao que ocorre no envelhecimento natural, com velocidade mais elevada, baseado na simulação de fatores ambientais adversos, como temperatura e umidade relativa elevadas, que são as principais causas de deterioração das sementes (DELOUCHE & BASKIN, 1973; MARCOS-FILHO, 1994). A eficiência deste teste é avaliada pela diferença de sensibilidade apresentada pelas sementes ao envelhecimento. Sementes mais vigorosas retêm sua capacidade de produzir plântulas normais e apresentam germinação mais elevada após serem submetidas a tratamentos de envelhecimento acelerado, enquanto as de baixo vigor apresentam maior redução de sua viabilidade (MARCOS-FILHO, 1994; VIEIRA & CARVALHO, 1994). É um teste amplamente utilizado nos Estados Unidos (HAMPTON, 1992) e no Brasil (KRZYZANOWSKI et al., 1991). Tornou-se um dos testes mais utilizados para avaliação da qualidade fisiológica de sementes, principalmente para soja (VIEIRA et al., 2001). Pela sua facilidade de aplicação e interpretação vem sendo amplamente utilizado para estudar o processo de deterioração e o vigor de diversas espécies como em *Zea mays* L. (SANTOS et al., 2002); *Pterogyne nitens* (TONIN et al., 2005); *Brassica napus* (ÁVILA et al., 2005). Entretanto, Mello & Tillmann (1987) relatam que o teste tem apresentado resultados discrepantes dentro e entre laboratórios, devido a várias causas como a espécie e cultivar utilizadas.

O objetivo deste trabalho foi determinar a temperatura e o tempo de exposição adequados para a avaliação de sementes de trigo, pelo teste do envelhecimento acelerado.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes, do Departamento de Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do

Espírito Santo localizado em Alegre-ES, situado a 20°45'48 "de latitude Sul e 41°31'57" de longitude Oeste de Greenwich, altitude de aproximadamente 250 metros. O clima predominante é quente e úmido no verão, com inverno seco, precipitação anual média de 1104 mm, com chuvas semanais de 2,3 mm e temperatura média anual de 24,1°C, com máximas diárias de 31°C e mínimas de 20,2°C (NEDTEC, 2006).

Foram utilizadas sementes de trigo, da cultivar Aliança, provenientes da EMBRAPA CERRADOS, Planaltina-DF.

Na condução dos ensaios, para a avaliação da qualidade fisiológica, amostras contendo 170 sementes de trigo foram previamente homogeneizadas e acondicionadas em embalagens de pano tipo filó e submetidas ao teste de envelhecimento acelerado. As embalagens foram mantidas suspensas em câmara de envelhecimento acelerado à temperaturas de 41°, 43° e 45°C e umidade relativa de 100%, com diferentes períodos de exposição (zero, 24, 48, 72 e 96 horas). Após cada período de tratamento, foram retiradas subamostras com 14 sementes para avaliação do grau de umidade, realizada com duas repetições pelo método de estufa a 105° ± 3°C durante 24 horas (BRASIL, 1992).

O teste de germinação foi realizado com quatro repetições de 25 sementes/período/temperatura, que foram colocadas em rolos de papel Germitest[®] previamente umedecidos na proporção de três vezes o peso seco do papel em água destilada, sendo então levados à câmara de germinação tipo BOD, regulada à temperatura constante de 20°C. A interpretação do teste foi realizada aos quatro e oito dias após a semeadura, computando-se as porcentagens de plântulas normais, de acordo com as recomendações das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992).

A avaliação do comprimento da raiz primária foi conduzida com quatro subamostras de dez sementes/período/temperatura, colocadas em rolos de papel Germitest[®], umedecidos com água destilada, com o hilo orientado para a extremidade inferior do papel, em uma linha reta longitudinal traçadas ao longo de uma das extremidades do papel (POPINIGIS, 1985 e VIEIRA & CARVALHO, 1994). Os rolos foram umedecidos na proporção de três vezes o peso seco do papel em água destilada, sendo então levados à câmara de germinação tipo BOD, regulada à temperatura constante de 20°C. A avaliação e as medidas foram realizadas aos quatro dias após o início do teste, quando as raízes primárias das plântulas normais foram mensuradas com o auxílio de uma régua milimetrada. O comprimento médio foi obtido

somando-se as medidas de cada plântula normal, em cada subamostra, dividindo-se, a seguir, pelo número de plântulas normais. Os resultados foram expressos em milímetro, com duas casas decimais.

As plântulas oriundas da avaliação do comprimento de raiz, com oito dias após a instalação do teste, foram seccionadas, separando-se o sistema radicular, colocado em cápsulas de alumínio, mantidas em estufa com convecção, regulada a 80°C durante 72 horas. Posteriormente foi avaliada a massa seca, utilizando-se balança de precisão (0,0001 mg) e os resultados expressos em g plântula⁻¹.

Foi adotado o delineamento experimental inteiramente casualizado e as análises de variância foram efetuadas no esquema fatorial 3x5 (temperaturas de envelhecimento x tempos de exposição), com quatro repetições por tratamento. Utilizou-se a transformação em arco-seno $\sqrt{x/100}$, para os dados em porcentagens, e em $\sqrt{(x + 0,5)}$ para os dados de comprimento da raiz primária, com o objetivo de normalizar a distribuição. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Nas tabelas, as médias foram apresentadas sem transformação. Procedeu-se análise de regressão polinomial, para cada teor de água, em função da temperatura de envelhecimento e tempo de exposição.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, estão representados os dados referentes à exposição de envelhecimento acelerado em horas e as diferentes temperaturas em graus Celsius. Observa-se que na temperatura de 41°C e exposições de

envelhecimento acelerado de zero, 24 e 48 horas não houve perdas significativas na germinação das sementes, e a partir de 72 horas de exposição de envelhecimento acelerado a germinação foi reduzindo gradativamente. Quando as sementes de trigo foram expostas à temperatura de 43°C, e exposição de envelhecimento acelerado de zero horas a porcentagem de germinação foi mais elevada, porém, a partir de 24 horas de exposição ao envelhecimento acelerado, a porcentagem de germinação apresentou redução progressiva e paulatina. A temperatura de 45°C promoveu efeitos drásticos, foi letal para as sementes em todos os tempos de tratamento, não tendo sido verificada germinação.

Os resultados médios relativos ao teor de água inicial das sementes e os teores atingidos após a realização dos tratamentos de envelhecimento acelerado estão apresentados na Figura 1. No início do teste o teor de água das sementes variou de 10,87 a 11,70% (base úmida), sugerindo que esse parâmetro se encontrava na faixa indicada para realização do teste. Diferenças de 1 a 2% no teor de água entre amostras não são comprometedoras. Entretanto, diferenças acentuadas podem provocar alterações na velocidade de umedecimento das sementes durante o tratamento de envelhecimento e determinar diferenças na intensidade de deterioração (MARCOS FILHO, 1999).

Como pode ser observado na Figura 1, à temperatura de 41°C, no período de zero hora de envelhecimento, as sementes apresentaram teor de água de 10,87%; após 24 horas de envelhecimento esse teor de água aumentou para 23,44%, com 48 horas de exposição esse valor manteve-se quase inalterado (25,13%), atingindo

TABELA 1 – Germinação (%) de sementes de trigo, submetidas a diferentes períodos de exposição no teste de envelhecimento acelerado. Alegre-ES, 2004.

Tempo (horas)	Temperatura (°C)		
	41	43	45
Zero	100 aA	93 aA	97 aA
24	100 aA	66 bB	0 bC
48	88 aA	33 cB	0 bC
72	73 bA	18 dB	0 bC
96	35 cA	3 eB	0 bC

Médias seguidas pelas mesmas letras, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

27,43% de água após 96 horas de exposição ao envelhecimento acelerado. Quando submetidas à temperatura de 43°C, o teor de água das sementes aumentou de 11,35% para 24,90%, com 24 horas de exposição, mantendo-se praticamente inalterado após esse período, até 96 horas de exposição, quando as sementes apresentaram conteúdo de água de 28,40%. Na temperatura de 45°C, a porcentagem de umidade das sementes no tempo zero foi de 11,70%, ocorrendo elevação para 20,52% no tempo de 24 horas de exposição, para 27,03% com 48 horas, mantendo-se praticamente inalterado até as 96 horas de envelhecimento acelerado (28,41%), conforme variação em cada tratamento apresentada através de curvas de regressão (Figura 1). Em todas as avaliações, no final do teste, verificou-se que não houve variações acentuadas do grau de umidade da semente, sugerindo boa uniformidade na condução do envelhecimento acelerado, de acordo com Marcos Filho (1999), segundo o qual variações entre 3 e 4% entre as amostras são toleráveis.

De acordo com Krzyzanowski et al. (1991), valores oscilando para mais ou para menos sugerem sementes com maior ou menor grau de deterioração.

No teste de envelhecimento acelerado, as sementes são expostas a temperaturas e umidade relativa elevadas, sendo esses dois fatores mais relacionados à deterioração de sementes (MARCOS FILHO, 1994). De acordo com Carvalho & Nakagawa (2000), incrementos nos teores de água favorecem a elevação da temperatura da semente, em decorrência dos processos respiratórios e da maior atividade de microorganismos. O aumento no tempo de exposição ao envelhecimento acelerado pode ter proporcionado maior incremento no teor de umidade nas sementes condicionadas. Esse fato aliado à temperatura elevada (45°C) imposta pelo teste de envelhecimento, resultou em um processo de deterioração mais acelerado dessas sementes do que as sementes submetidas a temperaturas menores.

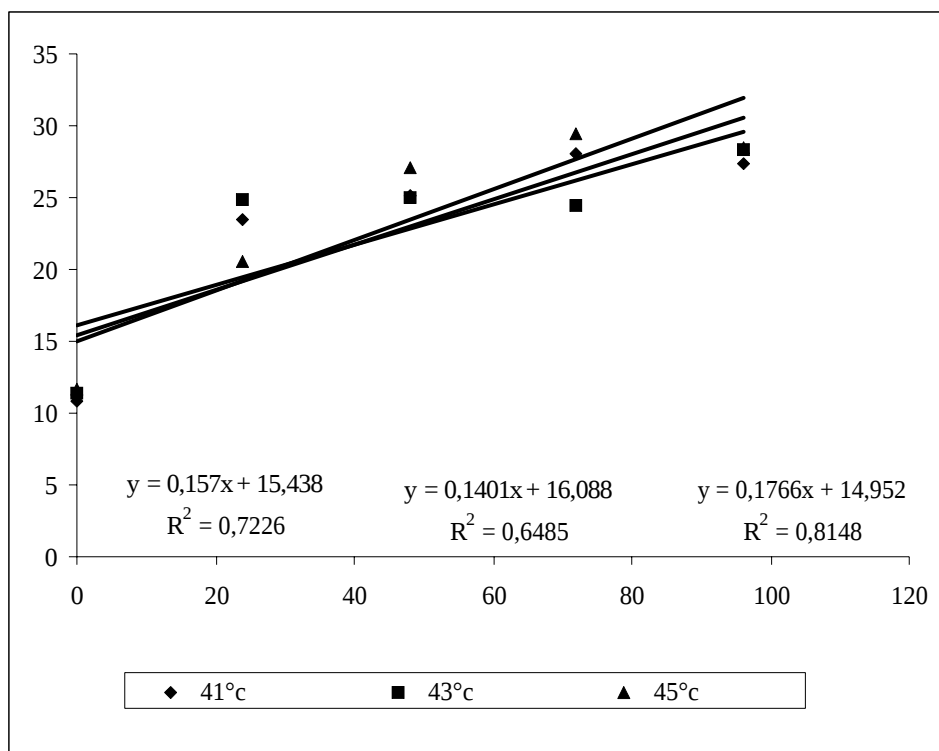


FIGURA 1 – Valores médios dos teores de água (%) de sementes de trigo submetidas a diferentes períodos de exposição no teste de envelhecimento acelerado. Alegre-ES, 2004.

Os resultados dos testes de vigor, comprimento e massa seca da raiz primária (Tabela 2), apresentaram comportamento semelhante entre si, e, de maneira análoga ao teste de germinação, destacaram a temperatura de 41°C por 72 horas de exposição como adequada para evidenciar a qualidade da semente de trigo. Entretanto, na temperatura de 43°C, com o tempo de 24 horas obteve-se resultados satisfatórios somente com o teste de germinação. Nos testes de vigor não ficou evidenciada diferença nos tempos de envelhecimento acelerado.

O envelhecimento de sementes ocasiona alterações metabólicas durante o processo germinativo, incluindo metabolismo respiratório e funcionalidade das membranas (BASAJAVARAJAPPA et al., 1991), síntese de proteínas e ácidos nucléicos e metabolismo do DNA (VÁZQUEZ et al., 1991). O envelhecimento das sementes ocasiona atraso no processo germinativo, menor crescimento do embrião e aumento de susceptibilidade a estresses ambientais, levando eventualmente à perda de viabilidade.

Na Tabela 2 estão representados os pesos de massa seca da raiz de plântulas normais oriundas de sementes tratadas com temperaturas de 41°C, 43°C e 45°C, em diferentes tempos de envelhecimento precoce (zero, 24, 48, 72, 96 horas). Verifica-se que inicialmente, tempo zero, a massa seca das raízes apresentava valores semelhantes em todos os tratamentos de temperaturas. A massa seca

da raiz oriunda de sementes expostas à temperatura de 41°C, por 24 e 48 horas não diferiu do controle (tempo zero), apresentando os maiores pesos, diferindo, contudo, dos tratamentos feitos por 72 e 96 horas. Na temperatura de 43°C, nos diferentes tempos de tratamento das sementes, também não se verificou diferença na massa seca da raiz. A temperatura de 45°C foi letal para as sementes, em todos os tempos de exposição, não sendo possível avaliar a massa seca das raízes. Esse resultado sugere que a elevação da temperatura para o teste determina a morte das sementes.

Comparando as temperaturas no tempo de zero hora de envelhecimento acelerado, não houve diferença significativa nos pesos de massa seca da raiz. Os valores obtidos nos tempos de 24 e 48 horas de envelhecimento acelerado nas temperaturas de 41°C e 43°C, não apresentaram diferenças significativas em relação ao controle. Somente na temperatura de 41°C, a partir desse período de tratamento que se verificou redução acentuada na massa seca da raiz. Contudo, na temperatura de 43°C os resultados permaneceram idênticos até o último período de tratamento (96 horas). As alterações verificadas nas características avaliadas nos lotes de sementes são atribuídas às mudanças fisiológicas determinadas pela redução ou perda do vigor, conforme constatado por Lopes (1990), Krzyzanowski et al. (1991), Marcos Filho (1999) e Santos et al. (2002).

TABELA 2 – Valores médios obtidos para comprimento da raiz e massa seca da raiz (g) de sementes de trigo, submetidas a diferentes períodos de exposição no teste de envelhecimento acelerado. Alegre-ES, 2004.

T°C	Comprimento de raiz (cm)					Massa seca (mg planta ⁻¹)				
	Tempo (horas)					Tempo (horas)				
	0	24	48	72	96	0	24	48	72	96
41	2,67aA	3,01aA	1,81abA	1,01bB	0,99bAB	0,35abA	0,45aA	0,27abA	0,18bB	0,15bAB
43	2,87aA	3,47aA	3,15aA	3,28aA	2,34aA	0,43aA	0,50aA	0,45aA	0,50aA	0,35aA
45	3,35aA	0,00bB	0,00bB	0,00bB	0,00bB	0,50aA	0,00bB	0,00bB	0,00bB	0,00bB

Médias seguidas pelas mesmas letras, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES

Temperaturas de 41°C e tempos de exposição de 24 e 48 horas são os mais indicados para o teste de envelhecimento acelerado em trigo;

No teste de envelhecimento acelerado em trigo, utilizando temperatura de 43°C, recomenda-se utilizar 24 horas de exposição;

A temperatura de 45°C é letal para as sementes de trigo em todos os tempos de exposição ao envelhecimento acelerado;

Na condição de estresse (alta temperatura e umidade relativa), as sementes de trigo alcançam valores de 27,03 a 28,41% de água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABITRIGO. Associação Brasileira da Indústria do Trigo. Disponível em http://www.abitrigo.com.br/banco_de_dados.asp. Acesso em 31/out/2006.
- ÁVILA, M.R.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A.; MARTORELLI, D.T.; ALBRECHT, L.P. Testes de laboratório em sementes de canola e a correlação com a emergência das plântulas em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, v.27, n.1, p.62-70, 2005.
- BASAJAVARAJAPPA, B.S.; SHETY, H.S.; PRAKASH, H.S. Membrane deterioration and other biochemical changes, associated with accelerated aging of maize seeds. **Seed Science and Technology**, v.2, n.2, p.279-286, 1991.
- BEWLEY, J.D. & BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York and London: Plenum Press, 1994. 445p.
- BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992.365p.
- CARVALHO, N.M. de & NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência, Tecnologia e Produção**. 4.ed., Jaboticabal : FUNEP, 2000.588p.
- 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.
- HAMPTON, J.G. Vigour testing within laboratories of the International Seed Testing Association: a survey. **Seed Science & Technology**, v.20 (Supl. 1), p.199 -203, 1992.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=635&id_pagina=1. Acesso em 31/out/2006.
- KRYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J. B. & HENNING, A.A. Relato dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.1, n.2, p.15-50, 1991.
- LOPES, J.C. **Germinação de sementes de *Phaseolus vulgaris* L. após diversos períodos e condições de armazenamento**. Campinas: UNICAMP, 1990. 254p. (Tese Doutorado).
- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Ed.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: Funep, 1994. p.133-150.
- MELLO, V.D.C. & TILLMAN, M.A.A. O teste de vigor em câmara de envelhecimento precoce. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.9, n.2, p.93-102, 1987.
- NEDTEC. Núcleo de estudos e de difusão de tecnologia em floresta, recursos hídricos e agricultura sustentável. Disponível em http://www.nedtec.ufes.br/Bol_agro/index2.htm. Acesso em 31/out/2006.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. AGIPLAN. Brasília, 289p. 1985.
- SANTOS, P. M.; GONDIM, T.C.O.; ARAÚJO, E.F.; DIAS, D.C.F.S. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho-doce pelo teste de envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de Sementes**, v.24, n.1, p.91-96, 2002.
- TONIN, G.A.; GATTI, A.B.; CARELLI, B.P.; PEREZ, S.C.J.G.A. Influência da temperatura de condicionamento osmótico na viabilidade e no vigor de sementes de *Pterogyne nitens* Tull. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.27, n.2, p.35-43, 2005.

VÁZQUEZ, E.; MONTIEL, F.; VÁZQUEZ-RAMOS, J.M. DNA ligase activity in deteriorated maize axes during germination: a model relating defects in DNA metabolism in seeds to loss of germinability. **Seed Science Research**, Wallingford, v.1, n.2, p.269-273, 1991.

VIEIRA, R.D.D. & CARVALHO, N.M. **Teste de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164p.

VIEIRA, R. D.; BITTENCOURT, S.R.M.; PANOBIANCO, M. Vigor: um componente de qualidade de sementes. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.11, n.2, p. 199, 2001.