

## SEÇÃO 2

# TECNOLOGIA DE SEMENTES

### DESEMPENHO DE LOTES DE SEMENTES DE SOJA SUBMETIDOS AO TESTE DETERIORAÇÃO CONTROLADA

Yara Camila Fabrin Cabral<sup>1</sup>, Marizangela Rizzatti Ávila<sup>2</sup> e Thiago Alberto Ortiz<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Alunos de graduação em Agronomia, UEM, Estrada da Paca s/n. São Cristovão, 87507-190, Umuarama, PR; e-mail: yarafabrin@hotmail.com, thiago.ortiz@hotmail.com

<sup>2</sup>Eng. Agrônoma, Dr<sup>a</sup>., Prof<sup>a</sup>. Adjunta do Depto. de Agronomia, UEM, Estrada da Paca s/n. São Cristovão, 87507-190, Umuarama, PR; e-mail: marizangela\_rizzatti@hotmail.com

**RESUMO:** O teste de deterioração controlada baseia-se na resistência das sementes ao estresse provocado pela exposição à temperatura e umidade relativa elevadas. Com o objetivo de utilizar o teste de deterioração controlada para detectar diferenças de vigor em sementes de soja foram avaliados três lotes de sementes. Avaliou-se os lotes quanto à qualidade fisiológica, por meio dos testes de germinação, primeira contagem da germinação, classificação do vigor das plântulas, envelhecimento acelerado, frio modificado, tetrazólio (1 - 3) e (1 - 5) e deterioração controlada, conduzido a 40°C por 24 e 48 horas, após o ajuste da umidade das sementes para 15; 20 e 25%. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância e de correlação e as médias comparadas por meio do critério de agrupamento de Scott-Knott. Os resultados indicam a eficiência na detecção de diferenças de qualidade fisiológica entre os lotes, para os testes de frio modificado, envelhecimento acelerado e tetrazólio (potencial de vigor). O teste de deterioração controlada, mostrou-se consistente na separação dos lotes, em função da sua qualidade fisiológica, quando as sementes são envelhecidas durante 24 e 48 horas, com umidade inicial das sementes de 15% e 20%, à 40°C. O teste de envelhecimento acelerado mostrou-se altamente significativo quando correlacionado a 15% durante 24 horas e 15% durante 48 horas.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Glycine max*, qualidade fisiológica, vigor.

### PERFORMANCE OF SOYBEAN SEED LOTS SUBMITTED TO CONTROLLED DETERIORATION TEST

**ABSTRACT:** Controlled deterioration test is based on the resistance of seeds to the stress caused by both high temperature and relative humidity exposure. In order to detect vigor differences on soybean seeds by using the controlled deterioration test, three seed lots were evaluated. The lots were evaluated regarding to physiological quality via germination, first germination count, classification of seedlings vigor, accelerated aging, modified cold, tetrazolium (1-3) and (1-5) and controlled deterioration tests at 40°C for 24 and 48 hours after adjusting seed humidity to 15; 20 and 25%. The experiment was carried out utilizing a completely randomized block design with four replications. The results were submitted to both variance and correlation analyses and the means compared by the criteria for grouping of Scott-Knott. The results have pointed out efficacy on the detection of physiological quality differences among the lots, on the modified cold test, accelerated aging test and also the tetrazolium test (vigor potential). The controlled deterioration test was consistent for the separation of the lots due to its physiological quality when the seeds are aged during 24 and

*48 hours, with an initial humidity of 15% and 20% at 40°C. The accelerated aging test was highly significant when it was correlated to 15% during 24 hours and 15% during 48 hours, respectively.*

**KEY WORDS:** *Glycine max*, physiological quality, vigor.

## INTRODUÇÃO

O uso de sementes de alta qualidade é fundamental para a instalação e produção de uma cultura e, sendo a utilização do teste padrão de germinação o único indicativo da qualidade fisiológica e ante ao fato de que o mesmo é muito questionado (Torres et al., 1999), pesquisadores tem procurado desenvolver técnicas para aplicação de testes de vigor na avaliação da qualidade das sementes (Vieira e Carvalho, 1994).

Um forte motivo pelo qual, o uso de testes de vigor é de grande utilidade no monitoramento da qualidade das sementes, é que observa-se que lotes de sementes de semelhantes resultados no teste de germinação, exibem comportamento distinto no campo e/ou armazenamento. Delouche e Baskin (1973), explicam essas diferenças pelo fato de que as primeiras alterações nos processos bioquímicos associados à deterioração ocorrem, geralmente, antes que sejam verificados declínios na capacidade germinativa.

Os testes de vigor são utilizados para caracterização mais precisa de um lote de sementes e devem ser escolhidos de maneira a atender objetivos específicos, complementando as informações obtidas no teste padrão de germinação. Esse último mostra-se muitas vezes, pouco eficiente em predizer o comportamento das sementes, pois é realizado sob condições ótimas, o que nem sempre ocorrerá no momento da semeadura e desenvolvimento das plantas no campo (Padilha et al., 2001). Por isso aplica-se testes para avaliação do vigor, como os testes de resistência a estresse, e listados entre os mesmos estão os testes de frio, envelhecimento acelerado e deterioração controlada.

O teste de deterioração controlada foi desenvolvido inicialmente para avaliação do vigor de sementes de hortaliças (Powell e Matthews, 1981) e tem o mesmo princípio do teste de envelhecimento acelerado, que segundo Delouche e Baskin (1973), baseia-se no aumento da taxa de deterioração das sementes por meio da sua exposição a condições de elevada temperatura e umidade relativa. Porém no processo de deterioração controlada, os fatores temperatura e teor de água das sementes são regulados de forma mais precisa (Padilha et al., 2001).

Os testes de envelhecimento acelerado e o de deterioração controlada em sementes de soja apresentaram alta correlação entre si, revelando as diferenças entre os lotes. Segundo

Rossetto e Marcos Filho (1995), citados por Rossetto et al. (2004), o teste de envelhecimento acelerado é mais drástico do que o de deterioração controlada, pois neste o teor de água das sementes mantém-se constante, e no envelhecimento acelerado, o teor de água aumenta durante o período de exposição, ocorrendo a diferentes velocidades.

Rossetto e Marcos Filho (1995), constataram que a deterioração controlada é um teste que pode ser utilizado na diferenciação do vigor entre lotes de sementes de soja. Desta forma o teste de deterioração controlada constitui-se como uma alternativa interessante para inclusão em programas de controle de qualidade, sendo um teste relativamente simples.

O teste de deterioração controlada tem sido recomendado tanto para estimar o potencial de emergência das plântulas como o potencial de armazenamento das sementes (Marcos Filho, 2005). Também, segundo o mesmo autor, de um modo geral, o teste de deterioração controlada, é indicado para sementes relativamente pequenas, embora existam informações referentes a utilização, com sucesso para sementes de várias espécies, sendo preferido por pesquisadores europeus, enquanto o envelhecimento acelerado é mais popular nas Américas.

Os estudos referentes ao teste de deterioração controlada ainda são escassos, sendo assim, o objetivo deste trabalho foi comparar a eficiência de diferentes testes para determinação da qualidade fisiológica e, correlacionar o teste de deterioração controlada com o desempenho de diferentes lotes de sementes de soja.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados três lotes comerciais de sementes de soja (lote 1, BRS 133; lote 2, CD 216 e lote 3, BRS 214). No início das avaliações de laboratório os três lotes de sementes apresentavam umidade de 9,74; 8,68; e 8,86%, respectivamente (Tabela 1), determinada por meio do método de estufa a  $105\pm 3^{\circ}\text{C}$ , durante 24 horas (Brasil, 1992).

As sementes provenientes dos diferentes lotes foram submetidas aos seguintes testes:

*Germinação* - conduzido com quatro repetições de 50 sementes para cada lote, colocadas para germinar em folhas de papel-toalha "germitest", umedecidas com água destilada, utilizando-se 2,5 vezes a massa do papel seco embebida em água. Posteriormente, as sementes foram levadas para um germinador do tipo Mangeisdorf, regulado para manter a temperatura constante de  $25^{\circ}\text{C}$ . As avaliações foram realizadas aos cinco e oito dias após a semeadura, computando-se as plântulas consideradas normais segundo os critérios estabelecidos nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992).

*Primeira contagem da germinação* - Efetuada em conjunto com a geminação, utilizando-se a mesma metodologia, computando-se a porcentagem de plântulas normais obtidas no quinto dia após a semeadura (Brasil, 1992).

*Classificação do vigor das plântulas* - realizado em conjunto com o teste de germinação. As plântulas normais foram classificadas nas categorias fortes (alto vigor) e fracas (baixo vigor). Na primeira contagem, realizada aos cinco dias após a semeadura, todas as plântulas normais que se apresentavam bem desenvolvidas e morfológicamente perfeitas, sem rachaduras ou lesões, foram removidas e descartadas após serem computadas como normais fortes. As demais plântulas permaneceram no teste até a contagem final. Na contagem final, realizada aos oito dias, as plântulas foram avaliadas como normais ou anormais.

As plântulas normais na contagem final foram classificadas como fortes e fracas, sendo consideradas fracas aquelas que apresentavam problemas em sua estrutura ou possuíam lesões, mas que não caracterizavam anormalidade à plântula. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais fortes (alto vigor) computadas na primeira contagem e na contagem final do teste (Nakagawa, 1999).

*Envelhecimento acelerado* - realizado acondicionando-se uma amostra de sementes para cada lote, distribuída em camada única (42g) sobre uma tela plástica e colocada no interior de caixas plásticas do tipo "gerbox" contendo 40mL de água destilada, com distância entre o nível de água e as sementes de aproximadamente 2cm. Em seguida, as caixas foram fechadas e levadas a uma câmara de germinação do tipo B.O.D., regulada a temperatura 41°C por 48 horas (Marcos Filho, 1999). Após o período de envelhecimento, 200 sementes foram escolhidas aleatoriamente, divididas em quatro repetições de 50 sementes e, posteriormente foram submetidas ao teste de germinação e umidade, conforme descritos anteriormente. A avaliação da germinação foi realizada no quinto dia após a semeadura e montagem do teste de germinação.

*Teste de frio modificado* - conduzido conforme as recomendações de Cícero e Vieira (1994) e Barros et al. (1999), em que quatro repetições de 50 sementes para cada lote foram acondicionadas em três folhas de papel-toalha "germitest" umedecidas em quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco e em seguida, as repetições foram colocadas dentro de sacos plásticos e os quais foram vedados com fita adesiva e, mantido em câmara de germinação tipo B.O.D. regulada a 10°C, durante cinco dias. Após esse período os mesmos foram transferidas para um germinador do tipo Mangeisdorf, à temperatura de 25°C,

onde permaneceram por cinco dias; a seguir, foi avaliada a porcentagem de plântulas normais (Brasil, 1992).

*Tetrazólio* - para o teste utilizou-se 100 sementes (2 repetições de 50 sementes) para cada lote, conforme sugerido por França Neto et al. (1998). As sementes foram embaladas em papel de germinação umedecido e mantidas nestas condições por um período de 16 horas, na temperatura de 25°C. Após o pré-condicionamento, as sementes foram colocadas em copinhos de plástico, sendo totalmente submersas na solução de tetrazólio (0,075%). As sementes permaneceram assim em uma câmara de germinação do tipo B.O.D., a uma temperatura de 40°C por aproximadamente 180 minutos. Esta operação foi realizada no escuro, uma vez que a solução de tetrazólio é sensível à luz (Lakon, 1949). Alcançada a coloração ideal, as sementes foram retiradas do ambiente a 40°C e, em seguida, lavadas com água comum e mantidas submersas em água. Na avaliação as sementes foram classificadas quanto ao vigor e viabilidade em níveis de 1 a 8 segundo os critérios propostos por França Neto et al. (1998). A viabilidade foi representada pela soma do percentual de sementes pertencentes as classes de 1 a 5 e o nível de vigor, pelas classes de 1 a 3 (potencial de vigor).

*Deterioração controlada* - para este teste elevou-se o teor de água das sementes para três níveis: 15; 20 e 25% de água. Para serem atingidos os níveis de umidade requeridos, adicionou-se às sementes a quantidade de água requerida pela fórmula:

$$W_2 = \frac{100 - A}{100 - B} \times W_1$$

Onde: **A** - teor de água inicial das sementes (base de peso úmido); **B** - teor de água requerido;  $W_1$  - peso inicial das sementes (g);  $W_2$  - peso final das sementes (g);  $W_2 - W_1$  - água a ser adicionada (Hampton e Tekrony, 1995). A adição de água nas sementes foi realizada no interior de caixas plásticas do tipo "gerbox", as quais foram vedadas e mantidas por 24 hora a 10°C para a uniformidade da umidade. Após a uniformidade da umidade as sementes foram envelhecidas por 24 e 48 horas a 40°C, em câmara de germinação B.O.D.. Após o envelhecimento as sementes foram submetidas ao teste de germinação, conforme descrito anteriormente e a avaliação foi realizada no quinto dia após a semeadura, conforme o item anterior.

*Grau de umidade* - avaliado antes e após cada período de deterioração controlada, para verificação da uniformidade das condições utilizadas para o teste de envelhecimento acelerado e para cada teor de água e períodos de deterioração controlada; a determinação

desse parâmetro seguiu as especificações das Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições. As médias de todos os testes foram comparadas por meio do critério de agrupamento de Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade. Realizou-se a análise de correlação simples de Pearson ( $r$ ) entre os resultados da germinação após a deterioração controlada em relação aos testes de germinação, primeira contagem da germinação, frio modificado, envelhecimento acelerado, potencial de vigor (1 - 3) e de viabilidade (1 - 5) obtido no teste de tetrazólio das sementes de três lotes de soja.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nas avaliações da qualidade inicial dos diferentes lotes (Tabela 1) revelaram diferenças significativas ( $P>0,05$ ). Caracterizando os lotes de sementes de soja e estratificando os mesmos segundo o vigor, havendo, portanto, variação no comportamento quanto à qualidade das sementes dos diferentes lotes.

**Tabela 1.** Médias da porcentagem de plântulas normais obtidas nos testes de germinação (GER), primeira contagem da germinação (GERI), classificação do vigor da plântula (CVP), frio modificado (FM) envelhecimento acelerado (ENV), potencial de vigor (1 - 3) e de viabilidade (1 - 5) obtido no teste de tetrazólio das sementes de três lotes de soja.

Características Avaliadas <sup>1</sup>								
Lote	GER	GERI	CVP	FM	ENV	TZ (1-3)	TZ (1-5)	Média
-----%-----								
-----								
1	95 A	84 A	94 A	44 A	50 A	65 A	87 A	74
2	90 B	71 B	82 B	36 B	29 B	51 B	85 A	63
3	85 B	67 B	76 B	23 C	26 C	43 C	80 B	57
Média	90	74	84	35	35	53	84	
C.V.(%)	8,92	4,49	8,74	6,83	4,26	3,23	2,35	

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra maiúscula, em cada coluna, pertencem a um mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade.

Na Tabela 1, o teste de germinação, primeira contagem da germinação, classificação do vigor das plântulas, frio modificado, envelhecimento acelerado e tetrazólio (classes 1 a 3), identificaram o lote 1 como de qualidade fisiológica superior aos lotes 2 e 3. O teste de frio modificado, envelhecimento acelerado e tetrazólio (classes 1 a 3) atestaram ser o lote 2 de qualidade fisiológica superior ao lote 3. Podendo especificar que o lote 2 apresenta vigor superior, quando comparado ao lote 3, já que nos testes em que o lote 2 foi superior estatisticamente ao lote 3 (frio modificado, envelhecimento acelerado e tetrazólio classes 1 a

3), são testes tidos comumente como de vigor. Com relação aos dados de viabilidade provenientes do teste de tetrazólio (classes 1 a 5), o lote 3 obteve performance inferior aos lotes 1 e 2, que não apresentaram porcentagem de plântulas normais com diferença estatística, a probabilidade de 5%. Em termos gerais, diante dos resultados discutidos anteriormente, o lote 3 apresentou qualidade fisiológica inferior aos lotes 1 e 2.

Quanto ao grau de umidade das sementes antes e após o envelhecimento acelerado e após a deterioração controlada sob diferentes combinações para o teor de água e períodos de deterioração (Tabela 2), embora não tenha sido analisado estatisticamente, foi, de um modo geral, semelhante para os três lotes estudados, para cada teor de água (15; 20 e 25%) não havendo grandes diferenças de valores de umidade entre os lotes. Este fato é importante na execução dos testes, uma vez que a uniformização da umidade das sementes é imprescindível para a padronização das avaliações e obtenção de resultados consistentes (Marcos Filho et al., 1987; Loeffler et al., 1988). Através dos resultados pode-se verificar que as sementes que foram submetidas ao teste de envelhecimento acelerado atingiram o teor de água mais elevado, ao final do teste, em relação aos dados obtidos no teste de deterioração controlada em 24 e 48 horas e umidades de 15% e 20%, à 40°C. Semelhantes resultados foram observados por Rossetto e Marcos Filho (1995) em sementes de soja e Santos et al. (2003) em sementes de feijão.

**Tabela 2.** Grau de umidade de três lotes de sementes de soja, antes e após o envelhecimento acelerado e após a deterioração controlada sob diferentes combinações para o teor de água e períodos de deterioração e submetidos a uma temperatura de 40°C.

Lote	Umidade inicial (%)	Umidade após envelhecimento acelerado (%)	Umidade após deterioração controlada (%)					
			24 horas			48 horas		
			15	20	25	15	20	25
1	8,68	20,12	14,80	18,70	22,40	13,91	19,10	22,60
2	8,86	21,39	14,14	19,10	23,90	14,50	19,00	23,10
3	9,74	22,21	13,04	16,49	22,14	12,96	18,86	22,31

Sementes de soja submetidas ao envelhecimento acelerado com diferentes graus de umidade, também apresentavam diferentes graus de umidade no final (Rossetto e Marcos Filho, 1995). Entretanto, notou-se que o teor de água final no teste de deterioração controlada, foi inferior ao obtido no início do teste, estes resultados foram obtidos por Padilha et al. (2001) que após submeter sementes de milho a períodos de envelhecimento por 24 e 48 horas e umidades de 15%, 20% e 25%, no teste de deterioração controlada, verificaram a não existência de variações significativas com relação ao teor de água inicial das sementes,

embora estes resultados tenham sido inferiores. Constatação essa similar a obtida no presente trabalho. Então em função do teor de água final no teste de deterioração controlada, ter ficado praticamente no mesmo patamar do início do teste. Há concordância, deste modo, com as afirmações de Krzyzanowski e Vieira (1999), que citam que o teste de deterioração controlada incorpora melhor o controle do grau de umidade da semente e da temperatura durante envelhecimento.

Na Tabela 3, são apresentadas as médias de porcentagem de plântulas normais obtidas no teste de germinação das sementes dos três lotes de soja que foram submetidas a diferentes umidades e períodos de deterioração, identificou-se a correspondência de diferenças estatísticas entre os mesmos.

**Tabela 3.** Médias da porcentagem de plântulas normais obtidas no teste de germinação após a deterioração controlada das sementes de soja, sob diferentes umidades e períodos de tempo e submetidos a uma temperatura de 40°C.

Tempo	Deterioração controlada <sup>1</sup>							
	24 horas				48 horas			
Umidade (%)	15	20	25	Média	15	20	25	Média
Lote	-----%-----				-----%-----			
	----				----			
1	83 A	39 A	30 A	51	65 A	16 A	0	27
2	44 B	10 B	0 B	18	33 B	11 B	0	15
3	29 C	8 C	0 B	12	25 C	0 C	0	8
Média	52	19	10		41	9	0	
C.V.(%)	6,38	4,68	5,87		4,82	9,42	0	

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra maiúscula, em cada coluna, pertencem a um mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade.

Nos dados da porcentagem de germinação após os lotes de sementes serem submetidos aos tratamentos de deterioração controlada, com umidade inicial de 15% e 20%, associada ao período de deterioração de 24 horas, foi suficiente para a separação dos lotes em três níveis de vigor, no entanto, quando a umidade das sementes foi elevada a 25% as sementes foram separadas em dois níveis de vigor. Resultados semelhantes foram conseguidos quando as sementes foram submetidas a 15% e 20% de umidade inicial durante 48 horas de envelhecimento. A exceção foi sob a condição de 25% de umidade durante 48 horas, onde notou porcentagem de plântulas normais igual a zero, contribuindo ainda mais para abaixar a média total por lote da deterioração em 48 horas, que em virtude do prolongamento simulado de deterioração já foi possível visualizar reflexo negativo nas médias totalizadas e discriminadas por umidade inicial. O que denota a redução no vigor das sementes sob estresse de umidade e alta temperatura, caracterizando a redução de forma

crescente do lote 1 ao lote 3, sendo o lote três diagnosticado como o de menor qualidade fisiológica, como identificado nos resultados expostos na Tabela 1 e discutidos anteriormente, resultados esses pertinentes a outros teste de qualidade fisiológica.

Avaliando o desempenho de sementes de milho pelo teste de deterioração controlada Padilha et al. (2001) constataram que sementes com maior vigor apresentam desempenho superior em uma faixa mais ampla de condições ambientais. Sendo assim, lotes com menor qualidade, como o lote 3, revelaram maior dificuldade de resistir às condições de estresse.

Rossetto e Marcos Filho (1995) observaram em sementes de soja e Rossetto et al. (2004) em sementes de amendoim que quanto maior o teor de água das sementes, maiores são os efeitos deletérios da deterioração controlada, este resultados também foram observados neste trabalho, ou seja, quando as sementes foram submetidas a uma umidade inicial de 25%, durante 48 horas, este tratamento foi capaz de provocar a morte das mesmas. Deste modo, quanto maior o teor de umidade das sementes e maior o período de exposição a alta temperatura, maior será a deterioração, em decorrência do estresse fisiológico ao qual está submetida a semente.

Para Marcos Filho et al. (1987), sementes mais úmidas mostram mais sensibilidade as condições de alta temperatura e umidade relativa, pois apresentam atividade metabólica intensificada, sob as condições de envelhecimento, e as sementes com menor grau de umidade são menos prejudicadas.

Os coeficientes de correlação simples ( $r$ ) apresentados na Tabela 4, obtidos entre os testes de germinação, primeira contagem da germinação, frio modificado, classificação do vigor de plântulas, envelhecimento acelerado, potencial de vigor e de viabilidade obtidos no teste de tetrazólio e germinação após diferentes umidades e períodos de deterioração controlada, não apresentaram correlação significativa quando a umidade foi elevada ao teor de 25% de água nas sementes, isso tanto para o período de deterioração controlada de 24 horas e 48 horas. Não houve efeito significativo também em alguns casos, como entre o teste de tetrazólio (1-3) e germinação com nível de umidade em 15% de água, assim como o teste de classificação do vigor das plântulas e germinação com nível de umidade em 15% de água, para ambos os casos a correlação não se verificou sob 24 horas e 48 horas de deterioração. Oportunizando compreender que para os teste de potencial de vigor (obtido no teste de tetrazólio, 1-3) e para classificação do vigor das plântulas as maiores correspondências de valores foram obtidas quando o nível de umidade inicial das sementes para o teste de deterioração controlada foi elevado para 20%.

**Tabela 4.** Coeficientes de correlação simples (r) entre os testes de germinação, primeira contagem da germinação (GERI), frio modificado, classificação do vigor da plântula, envelhecimento acelerado e tetrazólio com a germinação após a deterioração controlada sob diferentes umidades e períodos de tempo e submetidos a temperatura de 40°C.

	Germinação <sup>1</sup>					
	24 horas			48 horas		
	15 %	20 %	25 %	15 %	20 %	25 %
GER	0,743*	0,666*	0,000 <sup>ns</sup>	0,779*	0,671*	0,000 <sup>ns</sup>
GERI	0,732*	0,589*	0,000 <sup>ns</sup>	0,720*	0,718*	0,000 <sup>ns</sup>
FM	0,707*	0,648*	0,000 <sup>ns</sup>	0,745*	0,692*	0,000 <sup>ns</sup>
CVP	0,380 <sup>ns</sup>	0,633*	0,000 <sup>ns</sup>	0,316 <sup>ns</sup>	0,731*	0,000 <sup>ns</sup>
ENV	0,913*	0,532*	0,000 <sup>ns</sup>	0,950*	0,667*	0,000 <sup>ns</sup>
TZ (1-3)	0,138 <sup>ns</sup>	0,524*	0,000 <sup>ns</sup>	0,057 <sup>ns</sup>	0,551*	0,000 <sup>ns</sup>
TZ (1-5)	0,639*	0,747*	0,000 <sup>ns</sup>	0,597*	0,913*	0,000 <sup>ns</sup>

<sup>1</sup> GER = germinação; GERI = primeira contagem da germinação; CVP = classificação do vigor da plântula; FM = frio modificado; ENV = envelhecimento acelerado; TZ (1-3) = tetrazólio, potencial de vigor (classes 1 a 3); TZ (1-5) = tetrazólio, viabilidade (classes 1 a 5).

\* r significativo a 5% de probabilidade;

<sup>ns</sup> = r não significativo.

Nos demais casos observou-se correlação, comparando a germinação sob a umidade de 15% e 20% em ambos os períodos de envelhecimento das sementes, como válidos na diferenciação da qualidade fisiológica dos lotes de sementes. Apesar de pesquisadores, como Powell et al. (1991), ressaltarem que, embora as respostas das sementes à deterioração controlada possam ser influenciadas pelo cultivar, no presente trabalho, a sensibilidade do teste às possíveis diferenças de vigor é predominante em relação aos possíveis efeitos do genótipo, corroborando com Marcos Filho (2005).

As maiores correlações foram obtidas entre o teste de envelhecimento acelerado e o teste de deterioração controlada com germinação sob 15% de umidade inicial das sementes em ambos os períodos, 24 e 48 horas ( $r=0,913$ ;  $r=0,950$ , respectivamente). Correspondendo com resultados obtidos por Rossetto e Marcos Filho (1995) e Marcos Filho et al. (2001), que apontam grau de umidade de 15%, temperatura de 40°C e período de 48 horas como os mais indicados para o teste de deterioração controlada em sementes de soja.

A alta correlação existente entre o teste de envelhecimento acelerado e o teste de deterioração controlada, sob grau de umidade de 15% e período de 24 e 48 horas demonstram, obviamente, a similaridade de resultados. Isto entende-se facilmente, pois os testes de envelhecimento acelerado e deterioração controlada simulam, por estresse, a

deterioração das sementes. Já que o princípio desse teste, desenvolvido por Matthews (1980), é semelhante ao do envelhecimento acelerado.

A principal diferença, entre os testes de envelhecimento acelerado e deterioração controlada, é a utilização de amostras com teor de água previamente ajustado e uniforme, permitindo um controle teoricamente mais preciso das condições de estresse a que as sementes são submetidas durante o teste. Portanto, desde que o protocolo seja seguido com os devidos cuidados, a deterioração é imposta de maneira uniforme a todas as amostras (Marcos Filho, 2005).

O teste de deterioração controlada, que segundo Powell e Matthews (1981) e Mendonça et al. (2000) é recomendado, principalmente, para hortaliças. No entanto, para pesquisadores como Rossetto e Marcos Filho (1995) e Marcos Filho et al. (2001), que têm estudado este teste para sementes de soja, Santos (2003) para sementes de feijão, Padilha et al. (2001) para sementes de milho, Rossetto et al. (2004) para sementes de amendoim, tem demonstrado que resultados propiciados pelo teste de deterioração controlada podem ser uma nova alternativa para a avaliação do vigor em sementes de grandes culturas, como visto no presente trabalho para o caso da soja, por promover a separação dos lotes e ser de fácil padronização e interpretação.

## CONCLUSÕES

Nas condições do presente trabalho, os resultados obtidos permitiram concluir que:

Os testes de frio modificado, envelhecimento acelerado, tetrazólio (potencial de vigor) foram eficientes para detectar diferenças de qualidade fisiológica entre os lotes de sementes de soja;

O teste de deterioração controlada é consistente na separação dos lotes, quanto a sua qualidade fisiológica, quando as sementes são envelhecidas durante 24 e 48 horas, com umidade inicial das sementes de 15% e 20%, à 40°C;

O teste de envelhecimento acelerado mostrou-se altamente significativo, quando correlacionado a 15% durante 24 horas e 15% durante 48 horas, com o teste de deterioração controlada.

## REFERÊNCIAS

BARROS, A.S.R.; DIAS, M.C.L.L.; CICERO, S.M.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de frio. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. Cap.5, p.1-15.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.

- CÍCERO, S.M.; VIEIRA, R.D. Teste de frio. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (ed.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.151-164.
- DELOUCHE, J.C.; BASKIN, C.C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.1, p.427-452, 1973.
- FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N.P. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1998. 72p. (Documentos, 116).
- HAMPTON, J.G.; TEKRONY, D.N. Controlled deterioration test. In: **Handbook of vigour test methods**. Zürich: International Seed Testing Association, 1995. p.70-78.
- KRZYZANOWSKI, F.C.H.; VIEIRA, R.D. Deterioração controlada. In: KRZYZANOWSKI, F.C.H.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. 218p.
- LAKON, G. The topographical tetrazolium method for determining the germinating capacity of seeds. **Plant Physiology**, Bethesda, v.24, p.389-394, 1949.
- LOEFFLER, T.M.; TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. **Journal of Seed Technology**, Springfield, v.12, n.1, p.37-53, 1988.
- 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, 1999. Cap.3, p. 1 - 24.
- MARCOS FILHO, J.; CÍCERO, S.M.; SILVA, W.R. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230p.
- MARCOS FILHO, J.; NOVEMBREL, A.D.C.; CHAMMA, H.M.C.P. Testes de envelhecimento acelerado e de deterioração controlada para avaliação do vigor de sementes de soja. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.58, n.2, p.421-426, 2001.
- MATTHEWS, S. Controlled deterioration: a new vigour test for crop seeds. In: Habblethwaite, p.d. (ed.) **Seed production**. London, p. 647-660, 1980.
- MENDONÇA, E.A.F.; RAMOS, N.P.; FESSEL, S.A.; SADER, R. Teste de deterioração controlada em sementes de Brocoli (*Brassica oleraceae* L.) var. itálica. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, n.1, p.280-287, 2000.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. Cap.2, p.1-24.
- PADILHA, L.; VIEIRA, M. G. G. C.; PINHO, E. V. R. V.; CARVALHO, M. L. M. Relação entre o teste de deterioração controlada e desempenho de sementes de milho em diferentes condições de estresse. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.23, n.1, p.198-204, 2001.
- POWELL, A.A.; MATTHEWS, S. Evaluation of controlled deterioration, a new vigour test for crop seeds. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.9, p.633-640, 1981.
- POWELL, A.A.; THORNTON, J.M.; MICHELL, A. Vigour differences in brassica seed and their significance to emergence and seedling variability. **Journal of Agricultural Science**, v.116, n.3, p.369-373, 1991.

ROSSETTO, C.A.V.; LIMA, T.M.; GUIMARÃES, E.C. Envelhecimento acelerado e deterioração controlada em sementes de amendoim. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.8, p.795-801, 2004.

ROSSETTO, C.A.V.; MARCOS FILHO, J. Comparação entre os métodos de envelhecimento acelerado e de deterioração controlada para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.52, p.123-131, 1995.

SANTOS, C. M. R.; MENEZES, N. L.; VILLELA, F. A. Teste de deterioração controlada para avaliação do vigor de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.25, n.2, p.28-35, 2003.

SCOTT, A.; KNOTT, M. Cluster-analysis method for grouping means in analysis of variance. **Biometrics**, Washington, v.30, n.3, p.507-512, 1974.

TORRES, S.B.; SILVA, M.A.S.; CARVALHO, I.M.S.; QUEIRÓZ, M.A. Correlação entre testes de vigor em sementes de maxixe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.34, n.6, p.1075-1080, 1999.

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

---

Recebido para publicação em: 08/05/2012

Aceito para publicação em: 05/07/2012