

Deterioração controlada em sementes de soja armazenadas

Katia Van Leeuwen⁽¹⁾, Rubens Sader⁽²⁾, Simone Aparecida Fessel⁽³⁾, José Carlos Barbosa⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Bolsista de Iniciação Científica do CNPq, acadêmica de Agronomia. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), Unesp. katiavleeuwen@hotmail.com

⁽²⁾ Autor para correspondência. Departamento de Produção Vegetal, Unesp-FCAV. Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n. CEP 14884-900, Jaboticabal (SP), Brasil. rsader@fcav.unesp.br

⁽³⁾ Doutoranda em Agronomia, Produção e Tecnologia de Sementes, Unesp-FCAV. sifessel@fcav.unesp.br

⁽⁴⁾ Departamento de Ciências Exatas, Unesp-FCAV. jcbarbosa@fcav.unesp.br

Resumo

Este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar o teste de deterioração controlada em sementes de soja armazenadas. Para tanto, foram realizadas determinações em laboratório (germinação, índice de velocidade de germinação, condutividade elétrica, envelhecimento acelerado e o teste de deterioração controlada) e no campo (emergência de plântulas). Foram utilizados três lotes de sementes de soja do cultivar 'Monsoy 8914'. A germinação e o vigor das sementes foram avaliados antes do armazenamento e aos três, seis e nove meses. Para a análise estatística, utilizou-se do delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições para cada etapa, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Para o teste de deterioração controlada, foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, num esquema fatorial 3x3x3x4 [três lotes; três teores de água das sementes (15%, 20% e 25%); três temperaturas (41 °C, 43 °C e 45 °C) e quatro períodos de armazenamento (zero, três, seis e nove meses)]. Determinaram-se os coeficientes de correlação (r) entre os parâmetros utilizados na determinação da germinação e vigor das sementes, com os resultados da deterioração controlada, em cada etapa de armazenamento. Verificou-se que, nas condições em que o experimento foi conduzido, o teste de deterioração controlada não foi eficiente para classificar os lotes de sementes de soja.

Palavras-chave adicionais: *Glycine max*(L.) Merrill; envelhecimento acelerado; condutividade elétrica; emergência de plântulas; testes de vigor.

Abstract

VAN LEEUWEN, K.; SADER, R.; FESSEL, S. A.; BARBOSA, J. C. Controlled deterioration in stored soybean seeds. **Científica**, Jaboticabal, v.33, n.1, p.75-82, 2005.

This research evaluated the physiological quality during storage of three soybean seed lots using the controlled deterioration test, germination and other vigor tests such as: speed of emergence index, electrical conductivity, accelerated ageing and field emergence. Germination and vigor of the seed lots were analyzed before and after three, six and nine months of storage. The controlled deterioration test was conducted under temperatures of 41, 43, and 45 °C to which seeds with moisture contents of 15, 20, and 25% were submitted. The means were compared by the Tukey test at 5% level of probability. Correlation coefficients (r) were determined between the parameters of germination and vigor versus controlled deterioration. It was observed that under the conditions that the experiment was conducted, the germination and vigor tests, the controlled deterioration included, were not capable of ranking the seed lots as to vigor level.

Additional keywords: *Glycine max*(L.) Merrill; accelerated ageing; electrical conductivity; emergence; vigor test.

Introdução

A produção de sementes de alto padrão de qualidade, dentro de qualquer empresa, requer um programa interno de controle de qualidade bem estabelecido e bem conduzido. Isso significa, dentre os vários procedimentos a serem seguidos, a execução de testes para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes, sendo que, dentre esses testes, incluem-se aqueles usados para avaliar a germinação e o vigor de sementes.

Atualmente, os principais testes de vigor utilizados para a avaliação da qualidade fisiológica das sementes

de soja são os de envelhecimento acelerado, deterioração controlada, tetrazólio, frio, condutividade elétrica, emergência de plântulas, entre outros (SALINAS et al., 2000).

O teste de deterioração controlada foi inicialmente desenvolvido para a avaliação do vigor de sementes de hortaliças (MATTHEWS, 1980; POWELL & MATTHEWS, 1981; POWELL et al., 1984), mas, atualmente, está sendo pesquisado para sementes de milho (PADILHA et al., 2001; ZUCARELI, 2002; SIMONI, 2003), de soja (ROSSETO & MARCOS FILHO, 1995; SALINAS et al., 2000) e feijão (SANTOS et al., 2003).

Esse teste envolve o mesmo princípio do teste de envelhecimento acelerado. No entanto, a avaliação é

efetuada em amostras com conteúdo de água semelhante, em vez da utilização de ambientes com alta umidade relativa do ar, resultando na obtenção de condições mais uniformes durante o teste e, conseqüentemente, padronização mais efetiva.

POWELL & MATTHEWS (1981) relataram que um dos aspectos que deve ser levado em conta para o uso do teste de deterioração controlada é a determinação do conteúdo de água ideal para as sementes iniciarem o envelhecimento, que pode variar conforme o lote de sementes. Existe uma relação entre o conteúdo de umidade das sementes e a temperatura de instalação do teste, pois sementes devem ter o conteúdo inicial de água elevado sob uma determinada temperatura. Porém, se essa temperatura for maior, podem-se utilizar sementes com menor conteúdo inicial de água.

Os resultados de pesquisa, utilizando a deterioração controlada, para diferenciar lotes de sementes de soja, ainda são contraditórios. ROSSETTO & MARCOS FILHO (1995), comparando os métodos de envelhecimento acelerado (41 °C/48h) e de deterioração controlada (14%, 15% e 16% de conteúdo de água/40 °C/48h), na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, relataram que o teste de deterioração controlada foi capaz de identificar diferenças na qualidade fisiológica, sendo esse teste menos drástico que o de envelhecimento acelerado. Ressaltaram, porém, a importância de se tomar cuidado durante a embebição das sementes, para evitar danos que possam ocorrer e que venham a causar prejuízo no desempenho das sementes. Os autores verificaram, ainda, que, à medida que aumentou o conteúdo de água das sementes, houve diminuição da porcentagem de germinação. Entretanto, SALINAS et al. (2000) verificaram que o teste de deterioração controlada (19% de conteúdo de água/ 45 °C/24h) causou maior deterioração nas sementes do que o teste de envelhecimento acelerado (42 °C/48h). Por causa dessa divergência de resultados, novas pesquisas devem ser realizadas, com o objetivo de sanar as dificuldades de padronização dos procedimentos do teste.

Baseando-se nessas premissas, esta pesquisa teve como objetivo avaliar o teste de deterioração controlada para estimar o vigor de sementes de soja.

Material e métodos

O presente trabalho foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes (LAS) do Departamento de Produção Vegetal da Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Jaboticabal, durante o período de agosto de 2002 a maio de 2003.

Foram utilizadas sementes de soja do cultivar 'Monsoy 8914', representadas por três lotes, com três níveis de qualidade diferentes, avaliados pelo teste de frio: lote um – 98% de germinação; lote dois – 85% de

germinação, e lote três – sem avaliação, por serem as sementes de safra anterior (2000-2001). Esses dados e os lotes foram cedidos pela empresa Monsanto, situada no município de Morrinhos (GO).

As amostras de sementes foram armazenadas em câmara fria e seca (10 °C e 50% de UR do ar) e avaliadas em quatro etapas, ou seja, antes do armazenamento e aos três, seis e nove meses de armazenamento.

O teor de água das sementes foi determinado pelo método da estufa a 105 °C ± 3 °C, durante 24 horas, de acordo com as prescrições das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992), com os resultados expressos em porcentagem de base úmida.

As amostras das sementes utilizadas para a realização do trabalho foram caracterizadas mediante as determinações descritas a seguir.

Teste de germinação (TG) – quatro repetições de 50 sementes por lote foram colocadas para germinar em rolo de papel para germinação (Germitest), umedecido com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a massa do substrato, à temperatura constante de 25 °C. As avaliações foram realizadas cinco e oito dias após a semeadura, segundo os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992), e os dados, expressos em porcentagem.

Índice de velocidade de germinação (IVG) – foi instalado em caixas de plástico (26 cm x 16 cm x 10 cm) com areia lavada e esterilizada (120 °C/24h) e umedecidas com 60% da capacidade de retenção, com quatro repetições de 50 sementes, mantidas em laboratório a uma temperatura de 25 °C. As plântulas emersas foram avaliadas diariamente, à mesma hora, e, a seguir, retiradas do substrato. As avaliações foram feitas até que não houvesse mais a emergência de novas plântulas. Ao final do teste, o índice foi calculado, empregando-se a fórmula proposta por MAGUIRE (1962).

Condutividade elétrica (CE) – foram pesadas, com precisão de duas casas decimais, quatro repetições de 50 sementes, e colocadas para embeber em copos de plástico (com capacidade de 200 mL), contendo 75 mL de água desionizada durante 24 horas, à temperatura de 25 °C (VIEIRA & KRZYZANOWSKI, 1999). Decorrido o tempo de embebição, procedeu-se à leitura da condutividade elétrica, usando-se um condutímetro, com eletrodo constante 1,0. Os resultados finais foram expressos em mScm⁻¹g⁻¹.

Envelhecimento acelerado (EA) – o teste foi conduzido em caixas de plástico transparentes (11 cm x 11 cm x 4 cm). As sementes de cada amostra foram colocadas sobre uma bandeja de tela, em camada única. Estas caixas, contendo 40 mL de água destilada, foram tampadas e mantidas em germinador a 41 °C, durante 48 horas (MARCOS FILHO, 1999) e, posteriormente, foi instalado o teste de germinação e determinado o teor de água das sementes.

Emergência de plântulas (EP) – as sementes foram realizadas manualmente, na profundidade de 2 a 3 cm, na época recomendada (novembro) para a semeadura da soja, com quatro repetições de 50 sementes para cada lote, distribuídas ao acaso dentro da área experimental, em linhas de 2,5 m de comprimento e espaçamento de 0,50 m entre linhas. A contagem das plântulas emergidas foi realizada até que não se constatasse a emergência de novas plântulas, aos 10 dias após a semeadura, sendo os resultados expressos em porcentagem (NAKAGAWA, 1999).

Teste de deterioração controlada (DC) – os teores de água das sementes foram elevados para 15%, 20% e 25%, pelo método da atmosfera úmida, em caixas de plástico transparentes (11 cm x 11 cm x 4 cm) com uma tela metálica em seu interior (ROSSETO et al., 1995). Amostras de 40 g de sementes foram colocadas sobre a tela, na caixa de plástico contendo 50 mL de água destilada. A seguir, as caixas foram tampadas e mantidas em germinador à temperatura constante de 20 °C. As elevações dos teores de água das sementes foram monitoradas com uso do método das pesagens sucessivas (HAMPTON & TEKRONY, 1995) em intervalos de três horas, sendo, na última hora, realizadas em intervalos de 15 minutos, até se obter a massa correspondente ao teor de água estabelecido.

Atingidos os graus de umidade propostos, as sementes foram envoltas em sacos de plástico e colocadas por 24 horas em câmara fria e seca (10 °C e 50% UR do ar) e, depois, acondicionadas em recipientes herméticos (sacos de alumínio selado), mantidos em dessecador com sílica gel, onde ficaram por 48 horas em câmara fria e seca, até atingirem o equilíbrio higroscópico. Ao término desse período, as embalagens contendo as sementes foram colocadas em banho-maria por 24 horas a 41 °C, 43 °C e 45 °C.

Segundo recomendações de POWELL (1995), ao final de cada período, as embalagens contendo as sementes foram retiradas e colocadas em água à temperatura ambiente por 30 minutos, para reduzir a temperatura, e depois enxugadas com papel, para a retirada do excesso de água; em seguida, foi instalado o teste de germinação seguindo o método já descrito.

O teor de água das sementes foi também determinado após o período de exposição em banho-maria, para verificar se ocorreram alterações nos teores de água durante o processo.

Para a caracterização das amostras, a análise estatística para cada teste foi feita, em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições para cada etapa de armazenamento (zero, três, seis e nove meses), sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Para o teste de deterioração controlada, foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, num esquema fatorial 3x3x3x4

[três lotes; três teores de água das sementes (15%, 20% e 25%); três temperaturas (41 °C, 43 °C e 45 °C), e quatro períodos de armazenamento (zero, três, seis e nove meses)]. Quando foram constatadas diferenças significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Determinaram-se também os coeficientes de correlação (r) entre os parâmetros utilizados para a determinação da germinação e do vigor das sementes, com os resultados da deterioração controlada, em cada etapa de armazenamento.

Resultados e discussão

Na avaliação da qualidade fisiológica das sementes antes do armazenamento, não foi possível identificar diferenças significativas entre os três lotes (Tabela 1). Dessa maneira, os testes utilizados não foram eficientes, pois, para MARCOS FILHO et al. (1987), um teste de vigor, para ser considerado eficiente, deve permitir a separação dos lotes em diferentes categorias de vigor, principalmente quando as sementes apresentam poder germinativo semelhante.

As sementes armazenadas por nove meses não apresentaram diferenças significativas quanto à germinação e ao vigor (Tabela 2). Os resultados observados no presente trabalho relacionam-se com os observados por POWELL & MATTHEWS (1981), nos quais o teste de deterioração controlada não revelou claramente as diferenças entre lotes de vigor médio, mas apenas entre lotes de vigor baixo e alto. Apenas o teor de água das sementes apresentou uma variação de 0,6% entre o menor (11,6%) e o maior (12,2) valor, mas essa variação não compromete a realização dos testes, principalmente o teste de envelhecimento acelerado, pois, de acordo com a ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS (1983), são aceitáveis variações de até, no máximo, dois pontos percentuais.

Segundo SALINAS et al. (2001), a qualidade das sementes diminui com o transcorrer do tempo, e a taxa de deterioração depende das condições ambientais durante o armazenamento e o tempo em que essas permanecem armazenadas.

Na Tabela 3, estão apresentados os resultados médios obtidos na análise de variância da germinação das sementes submetidas ao teste de deterioração controlada em todas as etapas (sementes armazenadas por zero, três, seis e nove meses).

Foram observadas diferenças significativas na germinação das sementes para lotes, temperaturas, teores de água e períodos de armazenamentos. Em relação a lotes, os que apresentaram melhor germinação foram os lotes um e dois, estatisticamente superiores ao lote três.

Em relação à temperatura, 41 °C proporcionou maior valor de germinação, porém não diferiu

Tabela 1 – Qualidade de sementes de soja, antes do armazenamento, avaliada por meio do teor de água (TA) e dos testes de germinação (TG) e de vigor: índice de velocidade de germinação (IVG), condutividade elétrica (CE), envelhecimento acelerado (EA) e emergência de plântulas (EP).

Table 1 - Quality of soybean seeds before storage, evaluated by water level (TA) and tests of germination (TG) and vigor: germination speed index (IVG), electrical conductivity (CE), accelerated ageing (EA), and seedling emergence (EP).

Lotes/Lots	TA (%)	TG (%)	Vigor/Vigor			
			IVG	CE (mS cm ⁻¹ g ⁻¹)	EA (%)	EP (%)
L1	8,7 a	83 a	8,90 a	91,18 a	84 a	84 a
L2	8,6 a	90 a	9,04 a	84,37 a	91 a	83 a
L3	8,5 a	87 a	8,88 a	86,52 a	86 a	79 a
Teste F/F test	0,79 ns	2,30 ns	0,32 ns	1,50 ns	1,95 ns	0,31 ns
DMS/LSD (5%)	0,71	9,83	0,62	11,22	9,63	18,47
CV (%)	1,97	5,75	3,48	6,51	5,63	11,47

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P>0,05).

Example: 1,1 = one and one tenth.

Means followed by the same letter within columns are not significantly different by the Tukey test (P>0.05).

The numbers after the comma are decimals.

Tabela 2 – Qualidade de sementes de soja, com nove meses de armazenamento, avaliada por meio do teor de água (TA) e dos testes de germinação (TG) e de vigor: índice de velocidade de germinação (IVG), condutividade elétrica (CE), envelhecimento acelerado (EA) e emergência de plântulas (EP).

Table 2 - Quality of soybean seeds stored during nine months, evaluated by water level (TA) and tests of germination (TG) and vigor: germination speed index (IVG), electrical conductivity (CE), accelerated ageing (EA), and seedling emergence (EP).

Lotes/Lots	TA (%)	TG (%)	Vigor/Vigor			
			IVG	CE (mS cm ⁻¹ g ⁻¹)	EA (%)	EP (%)
L1	11,8 b	94 a	11,70 a	78,14 a	88 a	84 a
L2	12,2 a	93 a	11,80 a	73,95 a	86 a	83 a
L3	11,6 c	88 a	11,51 a	74,37 a	82 a	79 a
Teste F/F test	72,96 **	3,53 ns	0,67 ns	3,04 ns	1,88 ns	0,31 ns
DMS/LSD	0,22	7,15	0,7	5,23	8,20	18,47
CV (%)	0,45	3,96	3,02	3,51	4,87	11,47

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P>0,05).

Example: 1,1 = one and one tenth.

Means followed by the same letter within columns are not significantly different by the Tukey test (P>0.05).

The numbers after the comma are decimals.

estatisticamente da temperatura de 43 °C. A temperatura mais elevada (45 °C) resultou na menor porcentagem de germinação (Tabela 3).

Quanto aos teores de água, sementes com 15% resultaram em maior porcentagem de germinação. Os teores de 20% e 25% não mostraram diferenças significativas (Tabela 3).

Na Tabela 3, notam-se diferenças entre os períodos de armazenamento, apresentando as sementes não armazenadas e com três meses de armazenamento maior germinação do que as de seis e nove meses de armazenamento, mostrando diminuição gradativa na porcentagem de germinação com o aumento do período de armazenamento.

Segundo POWELL (1995), o teste de deterioração controlada permite distinguir o vigor entre lotes de sementes que apresentam diminuição na germinação,

por serem todas as sementes submetidas a níveis similares de umidade e de temperatura.

SIMONI (2003) relatou que, com o aumento do período de armazenamento, a germinação das sementes de milho foi decrescendo, por causa da diminuição de sua qualidade fisiológica; com três meses de armazenamento, já foi possível observar um decréscimo significativo na germinação das sementes (de 72,3 para 66,9%).

As interações entre os fatores avaliados também estão apresentadas na Tabela 3, onde se observou interação significativa entre os fatores: lotes e teor de água, lotes e armazenamento, temperatura e teor de água, teor de água e armazenamento. As demais interações não foram significativas.

O desdobramento da interação significativa entre lotes e teor de água das sementes durante o

Tabela 3 – Análise de variância para porcentagem de germinação de sementes de soja submetidas ao teste de deterioração controlada (DC), durante o armazenamento.

Table 3 - Analysis of variance for germination of soybean seeds submitted to the controlled deterioration test (CD).

Lotes (L)/ Lots (L)	Germinação (%) / Germination (%)
1	91,5 a
2	91,5 a
3	89,8 b
Teste F/F test	11,42 **
DMS/LSD	0,96
Temperatura (T) / Temperature (T)	Germinação (%) / Germination (%)
41 °C	91,5 a
43 °C	91,0 ab
45 °C	90,4 b
Teste F/F test	3,84 *
DMS/LSD	0,96
Teor de água (Ta) / Water level (Ta)	Germinação (%) / Germination (%)
15%	92,8 a
20%	90,2 b
25%	89,9 b
Teste F/F test	30,99 **
DMS/LSD	0,96
Armazenamento (A) / Storage (A)	Germinação (%) / Germination (%)
Sem armazenamento/No storage	92,7 a
3 meses de armazenamento/Storage for 3 months	92,9 a
6 meses de armazenamento/Storage for 6 months	90,8 b
9 meses de armazenamento/Storage for 9 months	87,4 c
Teste F/F test	59,81 **
DMS/LSD	1,21
Interação L x T/Interaction L x T	1,40 ns
Interação L x Ta/Interaction L x Ta	5,61 *
Interação L x A/Interaction L x A	10,37 **
Interação T x Ta/Interaction T x Ta	3,58 **
Interação T x A/Interaction T x A	0,88 ns
Interação Ta x A/Interaction Ta x A	2,90 **
CV (%) / Coefficient of variation (%)	3,79

ns: não-significativo ($P > 0,05$); *: significativo ($P < 0,05$); **: significativo ($P < 0,01$). Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

*Example: 1,1 = one and one tenth. ns: non-significant ($P > 0.05$); *: significant ($P < 0.05$); **: significant ($P < 0.01$).*

Means followed by the same letter within columns are not significantly different by the Tukey test ($P > 0.05$).

The numbers after the comma are decimals.

armazenamento é apresentado na Tabela 4. Observou-se que apenas o teor de água de 25% foi eficaz na diferenciação dos lotes, identificando o lote três como o de qualidade inferior. Os resultados obtidos não estão em conformidade com os obtidos por ROSSETTO & MARCOS FILHO (1995), nos quais o teor de água das sementes no teste de deterioração controlada afetava o comportamento das sementes e, à medida que o teor de água aumentava, era observada diminuição da porcentagem de sementes germinadas.

SALINAS et al. (2001) verificaram que os lotes de sementes de soja submetidas ao teste de deterioração controlada, nos anos de 1997 e 1998, com 22% de teor de água, apresentaram diferenciação no vigor.

O desdobramento da interação significativa entre lotes e períodos de armazenamento das sementes (Tabela 5) indicou que a diferença entre os lotes foi detectada aos seis meses de armazenamento, quando o lote três se mostrou significativamente inferior aos demais. Com nove meses de armazenamento, os lotes dois e três apresentaram nível de vigor inferior ao do lote um, porém não diferindo entre si.

Na Tabela 6, estão apresentados os valores do desdobramento da interação significativa entre os teores de água e as temperaturas. Observou-se que a germinação foi maior, para todas as temperaturas, quando as sementes tiveram seu teor de água elevado para 15%. Na temperatura de 41 °C, não houve diferença entre os teores de 15% e 25%, mas eles foram

Tabela 4 – Desdobramento da interação significativa entre os lotes e os teores de água de sementes de soja durante o armazenamento.

Table 4 - Significant interaction between lots and water levels of soybean seeds during storage.

Lotes/ Lots	Teor de água (%) / Water levels (%)		
	15	20	25
1	92,7 Aa	90,2 Ba	91,7 ABa
2	93,4 Aa	90,5 Ba	90,7 Ba
3	92,3 Aa	89,0 Ba	88,2 Bb

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P > 0,05).

The numbers after the comma are decimals.

Example: 1,1 = one and one tenth.

Means followed by the same small letter within columns and capital letter within lines are not significantly different by the Tukey test (P>0.05).

Tabela 6 – Desdobramento da interação significativa entre os teores de água e as temperaturas empregadas durante o teste de deterioração controlada durante o armazenamento de sementes de soja. *Significant interaction between water levels and temperatures used in the controlled deterioration test during storage of soybean seeds.*

Teor de água (%) / Water level	Temperatura (°C) / Temperatures (°C)		
	41	43	45
15	92,9 Aa	92,8 Aa	92,8 Aa
20	89,7 Ab	90,4 Ab	89,6 Ab
25	91,9 Aa	89,8 Bb	88,8 Bb

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P > 0,05).

Example: 1,1 = one and one tenth.

Means followed by the same small letter within columns and capital letter within lines are not significantly different by the Tukey test (P>0.05).

The numbers after the comma are decimals.

significativamente superiores a 20%. Nas temperaturas de 43 °C e 45 °C, o teor de água de 15% apresentou germinação significativamente superior aos demais teores, que não apresentaram diferenças entre si.

Os lotes de sementes que apresentam altas porcentagens de germinação após a deterioração controlada, antes do armazenamento, mantêm alta germinação durante um armazenamento prolongado, quando comparados com lotes de sementes com baixa germinação, quando submetidas à deterioração controlada antes do armazenamento (POWELL, 1995).

Essa relação entre a germinação após a deterioração controlada e o potencial de armazenamento tem sido ilustrada durante curtos períodos de

Tabela 5 – Desdobramento da interação significativa entre os lotes e períodos de armazenamento de sementes de soja durante o armazenamento.

Table 5 - Significant interaction between lots and periods of storage of soybean seeds during storage.

Lotes/ Lots	Armazenamento (meses) / Storage (months)			
	0	3	6	9
1	92,1 Aa	92,3 Aa	91,8 ABa	89,8 Ba
2	93,6 Aa	93,4 Aa	93,1 Aa	85,9 Bb
3	92,6 Aa	92,9 Aa	87,6 Bb	86,3 Bb

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P > 0,05).

Example: 1,1 = one and one tenth.

Means followed by the same small letter within columns and capital letter within lines are not significantly different by the Tukey test (P>0.05).

The numbers after the comma are decimals.

armazenamento, ao redor de três meses e meio, em couve de bruxelas (POWELL & MATTHEWS, 1984), e três meses em nabo (POWELL & DUTTON, 1984).

Na Tabela 7, estão os resultados do desdobramento da interação entre os teores de água e os períodos de armazenamento. O aumento no período de armazenamento acarretou uma diminuição significativa na germinação das sementes, e o teor de 25% de água proporcionou menor porcentagem de germinação.

Tabela 7 – Desdobramento da interação significativa entre os teores de água durante o armazenamento e os períodos de armazenamento de sementes de soja.

Table 7 - Significant interaction between water levels during storage and periods of storage of soybean seeds.

Armazenamento (meses) / Storage (months)	Teor de água (%) / Water level (%)		
	15	20	25
0	94,6 Aa	92,1 Ba	91,6 Bab
3	94,0 Aab	91,7 Ba	92,9 ABa
6	92,2 Abc	90,7 ABa	89,6 Bb
9	90,4 Ac	85,1 Bb	86,6 Bc

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P > 0,05).

Example: 1,1 = one and one tenth.

Means followed by the same small letter within columns and capital letter within lines are not significantly different by the Tukey test (P>0.05).

The numbers after the comma are decimals.

Na Tabela 8, estão apresentados os coeficientes de correlação simples entre as combinações de temperatura e teor de água do teste de deterioração controlada com os parâmetros avaliados na caracterização dos lotes na primeira etapa de armazenamento (sementes não armazenadas).

Foi observado que apenas algumas correlações foram significativas, ou seja, a deterioração controlada não se correlacionou com os testes de germinação e vigor já padronizados para a soja (Tabela 8).

Nesta pesquisa, os resultados (Tabela 8) estão contrários aos encontrados na literatura, em que se afirma que os resultados dos testes de vigor, conduzidos em laboratório, correlacionam-se com os de emergência de plântulas, quando a semeadura é feita no campo durante a época recomendada para a espécie considerada (ELLIS, 1980; TEKRONY & EGLI, 1991; SALINAS et al., 2000).

Os coeficientes de correlação linear simples, para as sementes armazenadas por nove meses, apresentados na Tabela 8, mostraram que apenas as combinações de temperatura/umidade 41 °C/15% e 45 °C/25% não apresentaram coeficientes significativos positivos com o teste-padrão de germinação. Outras combinações de temperatura/teor de água correlacionaram-se significativamente com a condutividade elétrica e o envelhecimento acelerado (Tabela 8).

Quando o teste de deterioração controlada não se correlaciona com a emergência de plântulas, isso pode ser conseqüência de condições extremamente boas ou desfavoráveis em campo, que impedem o estabelecimento das diferenças de desempenho entre os lotes de sementes, ou, então, as diferenças de vigor entre os lotes seriam muito pequenas (MATTHEWS, 1980).

Conclusão

O teste de deterioração controlada não se mostrou eficiente para a classificação dos lotes de sementes de soja.

Referências

- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigor testing handbook**. East Lansing: AOSA, 1983. 93p. (Contribution, 32).
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.
- ELLIS, R. H. The effects of differences in seed quality resulting from priming or deterioration on the relative growth rate of onion seedlings. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.253, p.203-211, 1980.
- HAMPTON, J. G.; TEKRONY, D. N. Controlled deterioration test. In: **HANDBOOK of vigour tests methods**. Zurich: International Seed Testing Association, 1995. p.70-78.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid seedling emergence and vigour. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p.176-177, 1962.
- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, 1999. p.3.1-3.24.

Tabela 8 – Coeficientes de correlação linear simples, para sementes de soja não armazenadas (NA) e armazenadas por nove meses (A), entre a germinação após a deterioração controlada, em cada combinação de temperatura e teor de água do teste, e os demais parâmetros: teste de germinação (TG), índice de velocidade de germinação (IVG), condutividade elétrica (CE), envelhecimento acelerado (EA) e emergência de plântulas (EP).

Table 8 - Coefficients of simple linear correlation for non-stored soybean seeds (NA) and soybean seeds stored during nine months (A) between germination after controlled deterioration, in each combination of temperature and water level used in the test, and other parameters: germination test (TG), germination speed index (IVG), electrical conductivity (CE), accelerated ageing (EA), and seedling emergence (EP).

Combinação/Combination		Vigor/Vigor									
T(°C)/ T(°C)	Teor de água/ Water level(%)	TG		IVG		CE		EA		EP	
		NA	A	NA	A	NA	A	NA	A	NA	A
41	15	0,31	0,37	-0,13	0,29	-0,25	-0,06	0,23	0,08	0,07	0,08
41	20	0,31	0,59*	0,20	-0,19	0,26	0,44	0,00	-0,04	0,20	-0,21
41	25	0,40	0,57*	0,04	-0,29	-0,08	-0,21	0,49 *	0,38	-0,05	0,18
43	15	-0,45	0,51*	0,28	-0,45	0,12	0,12	0,03	-0,37	-0,11	0,27
43	20	-0,37	0,53*	0,10	0,12	-0,03	0,26	-0,14	0,51*	0,02	-0,12
43	25	-0,30	0,59*	0,06	-0,06	0,10	0,63**	-0,25	0,38	-0,31	0,18
45	15	0,10	0,55*	0,00	-0,18	0,29	0,00	0,04	0,53*	0,42	0,23
45	20	0,29	0,58*	-0,45	-0,16	0,01	0,58*	0,64**	0,42	-0,62 **	-0,11
45	25	0,26	0,19	0,07	0,05	-0,10	0,60*	-0,41	0,38	-0,20	-0,05

*: significativo (P < 0,05); **: significativo (P < 0,01).

*: significant (P < 0.05); **: significant (P < 0.01).

The number after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.

MARCOS FILHO, J.; CICERO, S. M.; SILVA, W. R. da. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230 p.

MATTHEWS, S. Controlled deterioration: a new vigour test for crop seeds. In: HEBBLETHWAIT, P. D. (Ed.). **Seed production**. London: Butterworths, 1980. p.647-660.

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.

PADILHA, L.; VIEIRA, M. das G. G. C.; VON PINHO, E. V. de R.; CARVALHO, M. L. M. de. Relação entre o teste de deterioração controlada e o desempenho de sementes de milho em diferentes condições de estresse. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.23, n.1, p.198-204, 2001.

POWELL, A. A. The controlled deterioration test. In: VAN de VENTER, H. A. **Seed Vigour Testing Seminar**. Zurich: International Seed Testing Association, 1995. p.73-87.

POWELL, A. A.; DON, R.; HAIGH, P.; PHILLIPS, G.; TONKIN, J. H. B.; WHEATON, O. E. Assessment of the repeatability of the controlled deterioration vigour test both within and between laboratories. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.12, n.2, p. 421-427, 1984.

POWELL, A. A.; DUTTON, K. J. Assessment of the quality of swede sown in NE Scotland and possible causes of poor seed quality. In: BETTER BRASSICAS'84, 1984, St. Andrews. **Proceedings...** Dundee: Scottish Crop Research Institute, 1984. p.166-170.

POWELL, A. A.; MATTHEWS, S. Applications of controlled deterioration vigour test to detect seed lots of Brussels sprouts with low potential for storage under commercial conditions. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.12, n.2, p.649-657, 1984.

POWELL, A. A.; MATTHEWS, S. Evaluation of controlled deterioration, a new vigour test for small seeds vegetables. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.9, n.2, p.633-640, 1981.

ROSSETO, C. A. V.; FERNANDEZ, E. M.; MARCOS FILHO, J. Metodologias de ajuste do grau de umidade e comportamento das sementes de soja no teste de germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.17, n.2, p.171-178, 1995.

ROSSETO, C. A. V.; MARCOS FILHO, J. Comparação entre os métodos de envelhecimento acelerado e de deterioração controlada para a avaliação fisiológica de sementes de soja. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.52, n.1, p.123-131. 1995.

SALINAS, A. R.; ROTA, G. R.; SANTOS, D. S. B. dos; YOLDJIAN, A. M. Avaliação do envelhecimento acelerado e deterioração controlada na determinação da qualidade fisiológica de sementes de soja (*Glycine max* L. Merr.). **Revista Científica Rural**, Bagé, v.5, n.1, p.159-169, 2000.

SALINAS, A. R.; YOLDJIAN, A. M.; CRAVIOTTO, R. M.; BISARO, V. Pruebas de vigor y calidad fisiológica de semillas de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.2, p.371-379, 2001.

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

SIMONI, F. D. **Teste de deterioração controlada em sementes de milho (*Zea mays* L.)**. 2003. 57f. Dissertação (Mestrado em Produção e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

TEKRONY, D. M.; EGLI, D. B. Relationship of seed vigor to crop yield: a review. **Crop Science**, Madison, v.31, n.3, p.816-822, 1991.

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, 1999. p.4.1-4.26.

ZUCARELI, C. **Teste de deterioração controlada para a avaliação do vigor de sementes de milho (*Zea mays* L.)**. 2002. 111f. Dissertação (Mestrado em Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

Recebido em 17-6-2004.

Aceito para publicação em 1-3-2005.