

# COMPARAÇÃO ENTRE OS MÉTODOS DE ENVELHECIMENTO ACELERADO E DE DETERIORAÇÃO CONTROLADA PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA

C.A.V. ROSSETTO; J. MARCOS FILHO

*Departamento de Agricultura - ESALQ/USP, Caixa Postal 9, CEP: 13418-900 - Piracicaba, SP.*

**RESUMO:** Com o objetivo principal de comparar os testes de envelhecimento acelerado e deterioração controlada na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, v. IAC-15, utilizaram-se três lotes de sementes, previamente armazenadas em condições normais de ambiente e, além do envelhecimento acelerado e da deterioração controlada, efetuaram-se observações referentes a germinação, primeira contagem do teste de germinação, condutividade elétrica e grau de umidade. Os resultados obtidos permitiram verificar, ainda que para um número restrito de amostras utilizadas neste trabalho, a possibilidade da identificação de diferenças na qualidade de sementes através do teste de deterioração controlada. Este se revelou menos drástico que o de envelhecimento, mas há necessidade de atenção especial para o processo de ajuste preliminar do grau de umidade das sementes, de modo a não prejudicar sua qualidade fisiológica.

**Descritores:** *Glycine max* (L.) Merrill, sementes, testes de vigor, deterioração controlada, envelhecimento

## COMPARISON BETWEEN ACCELERATED AGING AND CONTROLLED DETERIORATION METHODS TO EVALUATE SEED PHYSIOLOGICAL QUALITY OF SOYBEAN

**SUMMARY:** The main objective of this study was to compare seed physiological quality of soybean samples through accelerated aging and controlled deterioration tests. The efficiency of these tests was determined through comparisons of germination, first count and electrical conductivity. Results showed in spite of the restricted number of seed samples analysed, that the controlled deterioration can be efficiently used to evaluate the physiological quality of soybean seeds. This test appears to be less drastic as compared to accelerated aging, therefore, it is necessary to choose carefully the correct methodology for the previous adjustment of seed moisture content, to prevent or to minimize seed deterioration during this procedure.

**Key Words:** *Glycine max* (L.) Merrill, seeds, vigor tests, controlled deterioration, accelerated aging

### INTRODUÇÃO

A avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja tem merecido constante atenção dos produtores e pesquisadores, refletindo a preocupação causada pelas dificuldades encontradas para a obtenção de bons desempenhos com os lotes comercializados. Além de pesquisas dirigidas ao estudo das relações entre resultados de testes para a determinação da viabilidade (principalmente germinação e tetrazólio), considerável volume de trabalho tem-se concentrado em métodos para a avaliação do vigor.

O potencial de armazenamento da semente, um dos componentes de sua qualidade, é diretamente afetado pelo vigor. Desta forma, sua avalia-

ção em várias pesquisas tem envolvido o uso de testes como o de envelhecimento acelerado (TEKRONY & EGLI, 1977; KULIK & YAKLICH, 1982; MARCOS FILHO *et al.*, 1986; ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSIS, 1988) e o de deterioração controlada (MATTHEWS, 1990; POWELL & MATTHEWS, 1981, 1984; TEKRONY, 1993).

O teste de envelhecimento acelerado avalia a resposta das sementes às condições de temperatura e umidade relativa elevada, enquanto o de deterioração controlada utiliza sementes com elevado conteúdo de água; assim, neste teste o efeito da umidade é direto. No entanto, os testes de DC e o de EA têm como princípio a aceleração do processo de deterioração.

Esses testes vêm preenchendo os critérios relacionados por POWELL & MATTHEWS (1981), ou seja, fundamentam-se em base teórica consistente, proporcionam resultados reproduzíveis e relacionados à emergência das plântulas em campo sob variadas condições de ambiente.

Segundo as tendências atualmente defendidas por especialistas no assunto, são considerados eficientes os testes que permitem separar lotes de sementes em diferentes categorias de vigor, principalmente quando possuem poder germinativo semelhante. Para MARCOS FILHO *et al.* (1987) é fundamental que um determinado teste permita distinguir com elevado grau de segurança e consistência dos resultados, lotes de alto vigor daqueles que apresentam baixo vigor. Em outras palavras, que permita distinguir eficientemente os lotes com maior ou menor probabilidade de apresentar bom desempenho após a semeadura e/ou durante o armazenamento.

Diferenças no vigor de lotes de sementes de várias espécies, tais como alface, alho, nabo, têm sido detectadas usando o teste de deterioração controlada (POWELL & MATTHEWS, 1981; POWELL & MATTHEWS, 1984). No entanto, para POWELL & MATTHEWS (1981), esse teste não tem revelado claramente as diferenças entre lotes de vigor médio, mas apenas entre lotes de vigor baixo e alto.

Durante os testes que avaliam o vigor das sementes, muitos são os fatores que afetam o comportamento das sementes, entre eles o grau de umidade das sementes. No teste de envelhecimento acelerado, as sementes mais úmidas mostram maior sensibilidade às condições de temperatura e de umidade relativa da câmara de envelhecimento, pois apresentam atividade metabólica intensificada sob estas condições do ambiente (MARCOS FILHO *et al.*, 1978). Portanto, os efeitos do envelhecimento acelerado são atenuados em sementes com graus de umidade mais baixos (MARCOS FILHO *et al.*, 1987).

Para TOMES *et al.* (1988), o teste de envelhecimento acelerado deve refletir a capacidade de armazenamento dos lotes de sementes com graus de umidade de 8 a 14%. Assim, para a realização desse teste, as sementes com grau de umidade fora destes limites, devem ter o conteúdo inicial de água ajustado ou correlacionado com o resultado do teste de germinação. Porém, para McDONALD JUNIOR & PHANEENDRANATH (1978) e TAO (1979), o conteúdo inicial de água das sementes de

todos os lotes deve ser estabilizado em 12% antes da realização do teste de envelhecimento. Dentro deste contexto, MARCOS FILHO (1992) recomendou que as sementes apresentem 11-13% de água ao serem submetidas ao teste de envelhecimento acelerado, e que seja realizada, também, a avaliação do grau de umidade das sementes ao final do período do teste, visando identificar causas que justifiquem determinados resultados.

Além disso, as sementes quando são colocadas na câmara de envelhecimento com diferentes graus de umidade, apresentam também diferentes graus de umidade ao serem retiradas (MARCOS FILHO *et al.*, 1978), pois o período de tempo necessário para que as sementes atinjam o ponto de equilíbrio higroscópico depende, entre outros fatores, do grau de umidade da semente e da umidade relativa do ar (HALL, 1957; MERCADO, 1967).

Em relação ao teste de deterioração controlada, POWELL & MATTHEWS (1981) relataram que um dos aspectos que deve ser focado para o uso deste teste é a determinação do conteúdo de água das sementes, que pode variar conforme o lote. Existe uma relação entre grau 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 esta temperatura for maior, podem-se utilizar sementes com menor conteúdo inicial de água. TEKRONY (1993), considerou que o grau de umidade das sementes deve ser de 15,5% (base úmida); caso o conteúdo de água inicial não seja esse, sugere que o mesmo seja atingido através do processo de embebição controlada.

O teste de envelhecimento acelerado vem sendo empregado para avaliar o vigor de sementes de diversas espécies, devido a sua padronização (McDONALD JUNIOR & PHANEENDRANATH, 1978; TAO, 1979; TOMES *et al.*, 1988). Como a possibilidade do uso do teste de deterioração controlada, ainda não tem sido convenientemente avaliada em nossas condições, o presente trabalho teve como objetivo principal, um estudo preliminar e comparativo dos testes de envelhecimento acelerado e deterioração controlada para a avaliação da qualidade de sementes de soja da v. IAC-15.

## MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Agricultura da Escola Superior de Agricultura

"Luiz de Queiroz", USP, com sementes do cultivar IAC-15, representado por 3 lotes da safra 1991/92.

Após a recepção, as sementes de cada lote permaneceram armazenados em sacos de papel Kraft em condições de câmara seca (UR= 40% e temperatura média de 20°C), durante 14 meses (julho de 1992 a setembro de 1993). Nesta ocasião, os três lotes foram retirados da câmara e permaneceram em condições normais de ambiente e, em seguida, realizada a amostragem para as determinações preliminares, com a finalidade de avaliar a qualidade inicial dos lotes de sementes. Para tanto, conduziram-se testes de germinação, primeira contagem, condutividade elétrica e grau de umidade.

#### Determinações preliminares:

a) teste de germinação: conduzido com quatro subamostras de 50 sementes de cada lote, em rolos de papel toalha Germitest, em aparelho regulado para manter a temperatura constante de 30°C; a quantidade de água adicionada foi equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato, visando umedecimento adequado e, conseqüentemente, a uniformização do teste. As interpretações foram efetuadas ao 4° e 8° dias após a sementeira, segundo os critérios estabelecidos nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992), computando-se as porcentagens de plântulas normais para cada subamostra e obtendo-se, a seguir, a porcentagem média de cada lote.

b) teste de primeira contagem: conduzido em conjunto com o teste de germinação, computando-se as porcentagens de plântulas normais na data prevista para a primeira contagem no teste de germinação.

c) determinação do grau de umidade das sementes: efetuada pelo método da estufa a  $105 \pm 3^\circ\text{C}$  durante 24 h, utilizando-se 2 repetições de cada lote, conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992). Os resultados foram expressos em porcentagem média de cada lote.

d) teste de condutividade elétrica: realizado de acordo com a metodologia proposta por LOEFFLER *et al.* (1988). Utilizaram-se quatro repetições de 50 sementes fisicamente puras de cada lote, pesadas e imersas em 75 ml de água destilada no interior de copos de plástico, a 25°C; após 24 horas de embebição, procedeu-se a leitura da condutividade elétrica da solução, em aparelho

Digimed CD-20. Os resultados médios foram expressos em umhos/cm/g.

e) teste de envelhecimento acelerado: conduzido com a utilização de caixas de plástico "gerbox" como compartimento individual; uma camada simples (40-42g) de sementes de cada lote foi colocada sobre a tela metálica interna da caixa, cobrindo toda a sua superfície. As caixas, tampadas e contendo 40 ml de água foram mantidas em incubadora FANEM modelo 347F, a 41°C durante 48 h; em seguida, conduziu-se o teste de germinação conforme descrição anterior, avaliando-se as porcentagens de plântulas normais no 4° e 7° dias após a sementeira (FRATIN & MARCOS FILHO, 1984).

Após a realização das determinações preliminares, as sementes foram mantidas em sacos de papel Kraft em condições normais de ambiente de laboratório. Para obtenção de materiais com diferentes teores de água, foi feita a embebição de uma amostra de 800 sementes, de cada lote, distribuídas em bandeja e colocada em câmara fria, regulada para manter a temperatura de 10°C; utilizaram-se 6 folhas de papel toalha sendo 3 folhas do papel consideradas como fundo e 3 como cobertura. A quantidade de água adicionada foi equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato.

Após os períodos de 0,0; 2,0; 3,5 e 5,0 horas de embebição, foi feita a avaliação da quantidade de água absorvida pelas sementes através da pesagem das amostras, até que estas tivessem atingido o peso necessário para apresentar os teores de água pré-determinados (14, 15 e 16%), respectivamente. Estes teores foram assim determinados para incluir o valor de 15% de água (base úmida), recomendado para o teste de deterioração controlada segundo os critérios de TEKRONY (1993).

Após a embebição, as sementes dos 3 lotes foram colocadas em recipientes de vidro e submetidas ao armazenamento a 10°C por um período de 7 dias, para a uniformização do grau de umidade. Visando a confirmação destes teores fez-se a determinação do grau de umidade, segundo as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992). Em seguida, submetem-se estas sementes aos testes de deterioração controlada e de envelhecimento acelerado.

a) Teste de envelhecimento acelerado: conduzido com 200 sementes de cada tratamento e lote, seguindo-se a metodologia já descrita anteriormente.

b) Teste de deterioração controlada: realizado de acordo com metodologia proposta por TEKRONY (1993), colocando-se 200 sementes de cada tratamento e lote em forma de alumínio com revestimento plástico. As formas foram imersas em "banho maria"; aparelho FANEM, modelo 100, a 40°C, por um intervalo de 48 horas. Após este período, as formas foram removidas, mergulhadas em água fria por 30 minutos e instalou-se o teste de germinação; as interpretações dos resultados, em porcentagem, foram obtidas no 4º e 7º dia após a instalação.

Após ambos os testes, foi determinado o grau de umidade segundo as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992).

Para a comparação dos testes de envelhecimento acelerado e deterioração controlada, as sementes embebidas por vários períodos de tempo, constituíram-se os tratamentos; foram considerados, ainda, para essa comparação, resultados obtidos com as sementes não umedecidas, utilizadas para caracterização dos lotes.

As sementes embebidas também foram submetidas ao teste de germinação, primeira contagem e condutividade elétrica, conforme descrição apresentada para as determinações preliminares, visando o acompanhamento da comparação entre envelhecimento acelerado e deterioração controlada.

Com os dados não foi feita a análise estatística. Estes foram apresentados na forma de tabelas ou de gráficos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados e a discussão estão apresentados de maneira geral para os 3 lotes de sementes empregados na pesquisa.

A Figura 1 apresenta os resultados obtidos nas determinações preliminares com os lotes de sementes. Pode-se observar que, embora as diferenças não fossem acentuadas, os resultados obtidos nos testes de condutividade elétrica e de envelhecimento com as sementes dos 3 lotes revelaram qualidade inferior das sementes do lote III. Por outro lado, as sementes dos lotes II e III não apresentaram diferenças consistentes de germinação ou vigor.

Observando-se a TABELA 1, pode-se verificar que o processo de embebição contribuiu para a redução da germinação; é provável que a quantidade de água no substrato tenha sido

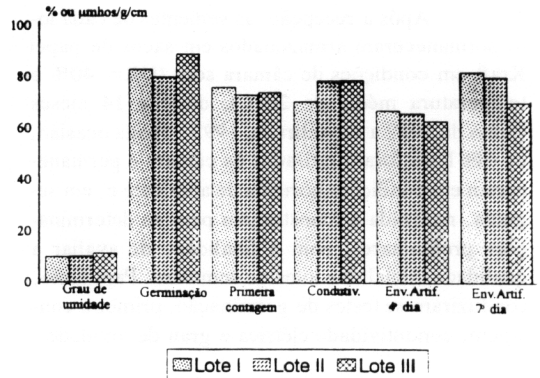


Figura 1. Determinações preliminares para avaliação da qualidade fisiológica de três lotes de sementes de soja, cultivar IAC-15.

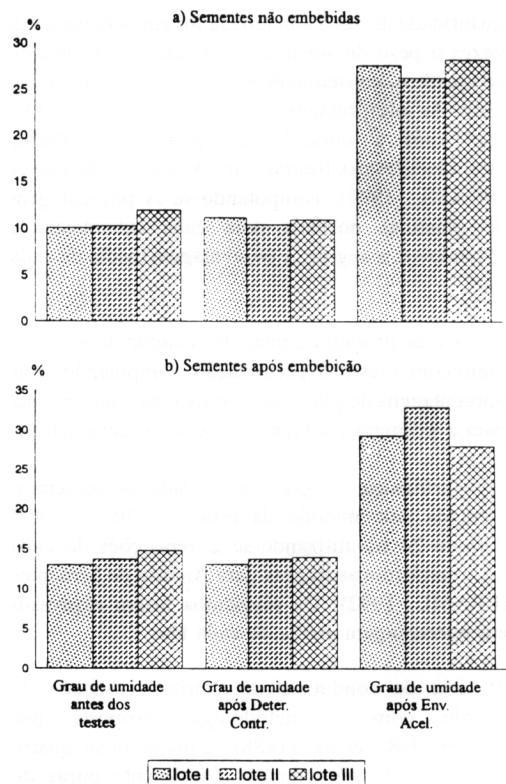


Figura 2 - Determinação dos graus de umidade de três lotes de sementes de soja, cv. IAC-15, submetidas (A) ou não (B) à embebição.

TABELA 1 - Valores médios nas determinações realizadas com as sementes de soja 'IAC-15' embebidas por vários períodos de tempo. Piracicaba, SP, 1993.

Lotes	Períodos de	Grau de umidade		Primeira	Condutividade
	Embebição	após embebição	Germinação	contagem	elétrica
	h	%	%	%	$\mu\text{mhos/cm/g}$
I	0,0	10,0	83	75	71,43
	2,0	13,0	80	75	81,68
	3,5	15,1	72	60	83,29
	5,0	17,0	70	52	84,80
II	0,0	10,0	85	69	78,88
	2,0	13,7	77	69	76,77
	3,5	16,3	77	61	86,48
	5,0	18,5	76	50	89,04
III	0,0	11,9	87	69	79,05
	2,0	14,8	81	56	80,87
	3,5	16,2	81	51	87,51
	5,0	18,8	73	49	89,78

excessiva e provocado danos durante a embebição. Essa hipótese foi confirmada pela elevação da condutividade elétrica de soluções aquosas obtidas a partir de exsudatos da semente e redução da capacidade de germinação, à medida em que as sementes se tornaram mais úmidas. Sabe-se que, em situação normal, as sementes mais úmidas tendem a liberar menores quantidades de exsudatos, de modo que os acréscimos aqui verificados, acompanhados por redução da germinação, sugerem a ocorrência desses danos. A queda de qualidade com o umedecimento também foi detectada pelos testes de deterioração controlada e envelhecimento acelerado (TABELA 2).

Pela Figura 2, pode-se verificar que quando foi comparado o conteúdo inicial de água das sementes, antes e após os testes de deterioração controlada e de envelhecimento acelerado, observou-se que, após este teste, que as sementes atingiram teor de água mais elevado em relação ao

teste de deterioração controlada. Esses resultados também foram encontrados por MARCOS FILHO *et al.* (1978), verificando que sementes colocadas na câmara de envelhecimento com diferentes graus de umidade, apresentaram também diferentes graus de umidade ao serem retiradas. No entanto, nesta Figura 2 também se nota que as sementes, após o teste de deterioração controlada, permaneceram praticamente com o mesmo grau de umidade em relação ao inicial. Assim, a técnica utilizada para a deterioração controlada mostrou-se eficiente, no sentido de manter constante o grau de umidade das sementes durante o decorrer do teste.

Com relação ao conteúdo de água inicial das sementes, tanto no teste de envelhecimento acelerado como no teste de deterioração controlada, o grau de umidade afetou o comportamento das sementes (Figuras 3 e 4), ou seja, à medida em que foi aumentando, houve queda da porcentagem de sementes germinadas, em ambas as avaliações.

Pode-se observar também pelas Figuras 3 e 4 que, os efeitos das condições dos dois testes foram atenuados em sementes com baixos graus de umidade. Assim, as sementes com teores de água mais elevados mostraram maior sensibilidade, provavelmente, este efeito tenha sido acentuado pelos danos causados à qualidade fisiológica das sementes durante o processo preliminar de embebição, acusado pelos testes de germinação e de condutividade elétrica (Tabela 1).

Para MARCOS FILHO *et al.* (1978), as sementes mais úmidas mostraram maior sensibilidade às condições de alta temperatura e umidade relativa da câmara de envelhecimento, pois apresentam atividade metabólica intensificada sob estas condições do ambiente; assim, os efeitos do envelhecimento acelerado foram atenuados com sementes com graus de umidade mais baixos (MARCOS FILHO *et al.*, 1987).

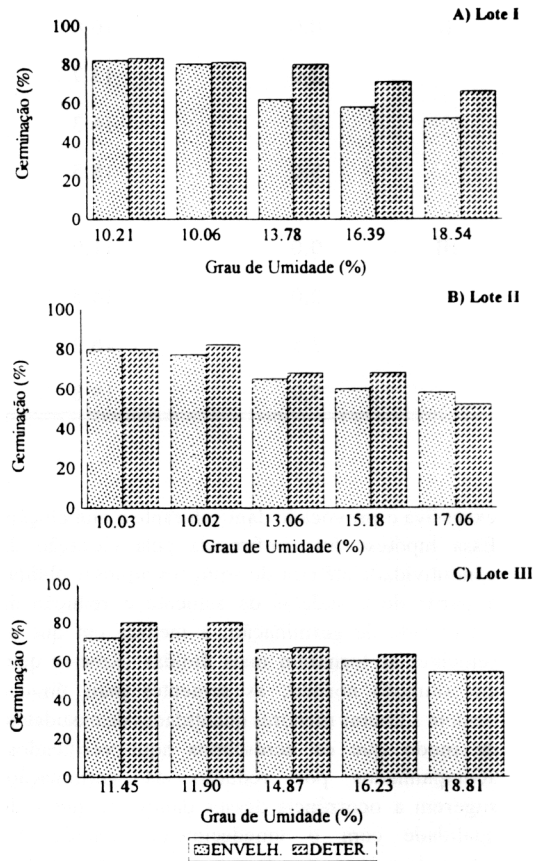
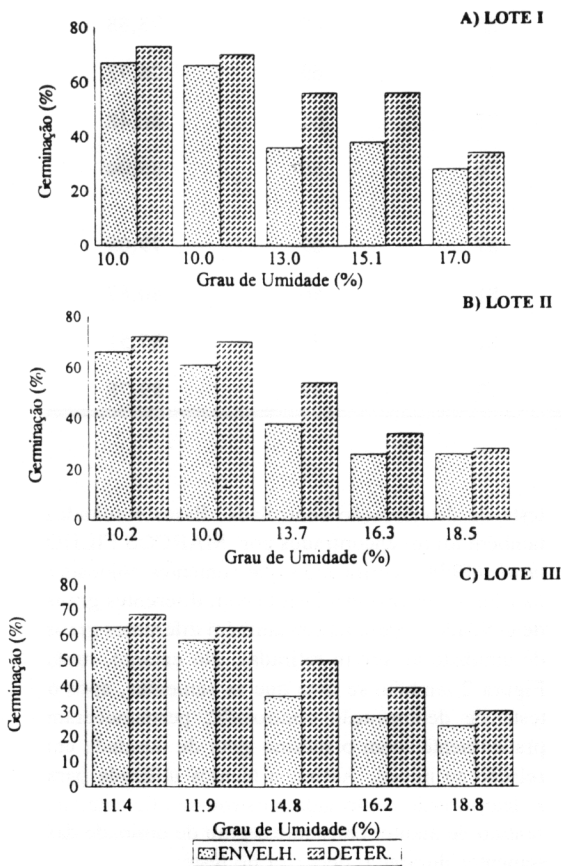


Figura 3 - Comparação entre resultados da deterioração controlada e do envelhecimento acelerado de três lotes de sementes de soja, cultivar IAC-15. Avaliação realizada no quarto dia após a instalação dos testes.

Figura 4 - Comparação entre resultados da deterioração controlada e do envelhecimento acelerado de três lotes de sementes de soja, cultivar IAC-15. Avaliação realizada no sétimo dia após a instalação dos testes.

TABELA 2 - Valores médios obtidos na comparação entre deterioração controlada (DC) e envelhecimento acelerado (EA) de sementes de soja 'IAC-15' e na determinação do grau de umidade após a realização destes testes. Piracicaba, SP, 1993.

Lotes	Grau de umidade após embebição	Det. Contr.		Grau Umid. após D.C.	Envelh. Aceler.		Grau Umid. após E.A.
		4 dias	7 dias		4 dias	7 dias	
	%	%	%	%	%	%	%
I	10,0	73	83	11,3	67	82	31,7
	10,0	70	81	11,1	66	80	27,6
	13,0	56	80	13,1	36	62	29,3
	15,1	56	71	15,4	38	58	29,6
	17,0	34	66	17,5	28	52	31,1
II	10,2	72	80	10,2	66	80	31,3
	10,0	70	82	10,4	61	77	26,2
	13,7	54	68	13,8	38	65	32,9
	16,3	34	68	16,4	26	60	27,7
	18,5	28	52	18,2	26	58	29,4
III	11,4	68	80,0	11,2	63	72	34,7
	11,9	63	79,5	10,9	58	74	28,2
	14,8	50	66,5	14,0	36	66	28,0
	16,2	39	63,0	16,7	28	60	31,4
	18,8	30	54,0	18,5	24	54	30,8

A comparação entre os testes de deterioração controlada e de envelhecimento acelerado também pode ser efetuada pelas Figuras 3 e 4. O teste de envelhecimento revelou-se mais severo, causando diminuição da germinação das sementes, provavelmente, devido aos graus de umidade atingidos pelas sementes ao final deste teste terem sido mais elevados e acelerado mais drasticamente as atividades metabólicas das sementes, principalmente quando a leitura foi efetuada no 4º dia (Figura 3). Na deterioração controlada, as sementes permaneceram praticamente com o mesmo grau de umidade inicial (Figura 2), em torno de 15,5%, nível em que a atividade das sementes foi menos intensa.

Quando as sementes foram embebidas até atingir 13,0 a 16,3% de água, as diferenças entre os resultados dos dois testes foram mais acentuadas (Figuras 3 e 4).

Em relação aos efeitos mais severos do teste de envelhecimento acelerado, nota-se que esse se evidenciou para as sementes do lote I e atenuou-se para as dos lotes II e III (Figuras 3 e 4), justamente os que mostraram qualidade fisiológica inferior nos testes de envelhecimento e de condutividade, conduzidos preliminarmente (Figura 1).

Quando o grau de umidade das sementes dos 3 lotes estava acima de 17,1% (Figuras 3 e 4), notaram-se pequenas diferenças entre os efeitos das

condições do envelhecimento acelerado e da deterioração controlada na porcentagem de sementes germinadas devido, provavelmente, ao estado de deterioração da sementes. Para a realização do teste de envelhecimento acelerado, TOMES *et al.* (1988) sugeriram que as sementes devem ter o conteúdo de água ajustado na faixa de 8 a 14%. TAO (1979) e MARCOS FILHO (1992) recomendaram que este teor deveria ser estabilizado em 11 a 13%, respectivamente.

Na Figura 5, nota-se que os resultados dos testes de envelhecimento acelerado e de deterioração controlada, interpretados no 4º dia, acompanharam de maneira mais próxima os obtidos no de primeira contagem do teste de germinação; foi evidenciada a superioridade da qualidade

fisiológica das sementes do lote I. Não houve essa mesma relação com os resultados de germinação e de condutividade elétrica.

Deve-se considerar que os testes utilizados avaliam diferentes aspectos do comportamento das sementes, ou seja, sua capacidade de reação quando expostas a diferentes condições; conseqüentemente, um mesmo lote pode exibir reações variáveis diante de diferentes ambientes. Assim, apesar da existência de um número razoável de testes para a avaliação do vigor das sementes, a intensificação dos estudos sobre o teste de deterioração controlada, em nossas condições, constitui-se numa alternativa interessante. É um teste relativamente simples, não exige equipamentos sofisticados e não apresenta dificuldades consideráveis para sua padronização.

## CONCLUSÕES

1. Os testes de deterioração controlada e de envelhecimento acelerado possibilitam a identificação de diferenças de qualidade fisiológica entre lotes de sementes de soja.

2. O teste de envelhecimento acelerado, em comparação ao de deterioração controlada, apresenta-se mais drástico, pois causa menor germinação das sementes expostas às condições deste teste.

3. A metodologia de embebição deve ser cuidadosamente estudada, pois pode causar danos à qualidade fisiológica das sementes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. Accelerated aging and conductivity vigor test procedures revised by AOSA. *The News of the Association Official Seed Analysts*, Lincoln, v.62, n.4, p.1-3, 1988.

BRASIL, Ministério da Agricultura. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: Departamento Nacional de Produção Vegetal, 1992. 365p.

FRATIN, P.; MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento de sementes de soja em "gerbox" adaptados. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 3., Campinas, 1984. *Anais....* Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1984. p. 1008-1016.

HALL, C.W. *Drying farm crops*. Ann Arbor: Edwards Brothers, 1957. 336p.

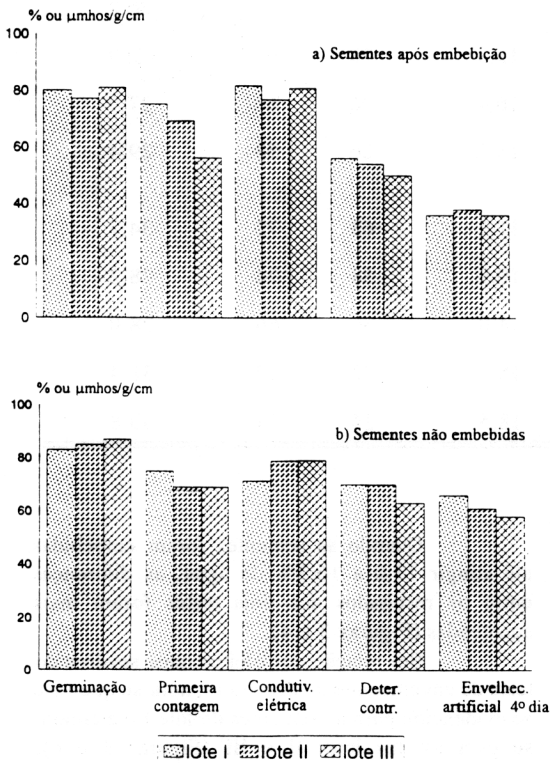


Figura 5 - Determinações de germinação e vigor de três lotes de soja, cultivar IAC-15, submetidas ou não à embebição preliminar.



- KULIK, M.M.; YAKLICH, R.W. Evaluation of vigor tests in soybean seeds: relationship of accelerated aging, cold, sand bench and speed of germination tests to field performance. *Crop Science*, Madison, v.22, n.4, p.766-770, 1982.
- LOEFFLER, T.M.; TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. *Journal of Seed Technology*, Lansing, v.12, n.1, p.37-53, 1988.
- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: VIEIRA, R.D., coord. Testes de vigor em sementes. Jaboticabal: FUNEP, 1992. p.45-57.
- MARCOS FILHO, J.; CARVALHO, R.V.; CICERO, S.M.; DEMETRIO, C.G.B. Qualidade fisiológica e comportamento de sementes de soja no armazenamento e no campo. *Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"*, Piracicaba, v.43, p.389-443, 1986.
- MARCOS FILHO, J.; CICERO, S.M.; SILVA, W.R. DA. Avaliação da qualidade das sementes. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230 p.
- MARCOS FILHO, J.; FONSECA, M.C.B.; MAZZOTTI, M.A. Teor de umidade da semente e comportamento da soja no teste de envelhecimento rápido. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.13, n.3, p.11-16, 1978.
- MATTHEWS, S. Controlled deterioration a new vigour test for crop seeds. In: HEBBLETHWAITE, P., ed. *Seed Production*. London: Butterworth, 1990. p.647-660.
- MERCADO, A.T. Moisture equilibrium and quality evaluation on five kinds of seeds stored at various relative humidities. Jackson, 1967. 56p. Thesis (M.S.) - Mississippi State University.
- McDONALD JUNIOR, M.B.; PHANEENDRANATH. A modified accelerated aging seed vigor test for soybeans. *Journal of Seed Technology*, Lansing, v.3, p.27-37, 1978.
- POWELL, A.A.; MATTHEWS, S. Application of the controlled deterioration vigour test to detect seed lots of *Brussels sprouts* with low potential for storage under commercial conditions. *Seed Science & Technology*, Zurich, v.12, p.649-657, 1984.
- POWELL, A.A.; MATTHEWS, S. Evaluation of controlled deterioration: a new vigour test for small seed vegetables. *Seed Science & Technology*, Zurich, v.9, p.633-640, 1981.
- TAO, K.L.J. An evaluation of alternative methods of accelerated aging seed test for soybean. *Journal of Seed Technology*, Lansing, v.3, n.2, p.30-40, 1979.
- TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. Relationship between laboratory indices of soybean seed vigor and field emergence. *Crop Science*, Madison, v.17, n.4, p.573-7, 1977.
- TOMES, L.J.; TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. Factors influencing the tray accelerated aging test for soybean seed. *Journal of Seed Technology*, Lansing, v.12, n.1, p.24-36, 1988.

---

Entregue para publicação em 25.05.94  
Aceito para publicação em 25.08.94