

# PROCEDIMENTO ALTERNATIVO NO TESTE DE TETRAZÓLIO EM SEMENTES DE SOJA<sup>1</sup>

NILTON PEREIRA DA COSTA, JOSÉ DE BARROS FRANÇA NETO,  
FRANCISCO CARLOS KRZYZANOWSKI, ADEMIR ASSIS HENNING<sup>2</sup> e MARIA CRISTINA NEVES DE OLIVEIRA<sup>3</sup>

**RESUMO** - O objetivo deste estudo foi desenvolver um procedimento alternativo para redução do período de acondicionamento de sementes de soja no teste de tetrazólio. Foram empregados dois tamanhos de sementes de doze cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merrill], produzidas em Londrina, PR, em 1993 e 1994. Os tratamentos utilizados foram dois períodos de embebição (quatro horas e seis horas) na temperatura de 41°C, tendo como testemunha o procedimento-padrão de dezesseis horas, a 25°C. Os parâmetros usados para avaliar os tratamentos foram o vigor [TZ (1-3)], a viabilidade [TZ (1-5)], a deterioração por umidade [TZ (6-8)], o dano mecânico [TZ (6-8)], as lesões por percevejos [TZ (6-8)] e o teor de água das sementes. O período de seis horas a 41°C propiciou condições adequadas de coloração das sementes, o que permitiu a avaliação e interpretação do vigor, da viabilidade, da deterioração por umidade, do dano mecânico e das lesões por percevejos. Usando-se seis horas de acondicionamento a 41°C, há uma redução de dez horas na execução do teste, em comparação ao procedimento atualmente recomendado, sem comprometer a precisão requerida.

Termos para indexação: *Glycine max*, vigor, viabilidade, temperatura, acondicionamento.

## AN ALTERNATIVE PROCEDURE IN THE TETRAZOLIUM TEST FOR SOYBEAN SEED

**ABSTRACT** - The aim of this work was to develop an alternative procedure for reducing the soybean seed preconditioning in the tetrazolium test. Two imbibition periods (four and six hours) at 41°C were tested and compared to the traditionally recommended period for preconditioning of 16 hours at 25°C. Seeds of twelve cultivars were used, and classified into two sizes. The parameters used were: vigor [TZ (1-3)]; viability [TZ (1-5)]; weathering [TZ (6-8)]; mechanical damage [TZ (6-8)]; stink bug damage [TZ (6-8)]; and seed moisture content. The staining pattern developed on the seeds after a preconditioning period of six hours at 41°C is suitable for the evaluation of the quality of soybean seeds by the tetrazolium test. Seed preconditioning procedures for the tetrazolium test evaluated in this experiment were not affected by the size of soybean seeds; the 6 hour/41°C treatment reduces the period of preconditioning by ten hours when compared to the recommended procedures of 16 hours at 25°C. To sum up, in the tetrazolium test for soybean seeds, the preconditioning conditions of 6 hour/41°C can be used successfully, without impairing the precision required by the test.

Index terms: *Glycine max*, vigor, viability, temperature, preconditioning.

## INTRODUÇÃO

A avaliação do vigor da semente como rotina na indústria sementeira tem evoluído à medida que os testes disponíveis vêm sendo aperfeiçoados, fornecendo maior precisão e reprodutibilidade dos re-

sultados - o que é de extrema importância na tomada de decisão pelo sistema de produção e comercialização (Vieira et al., 1994). Esses testes apresentam grandes perspectivas de uso no controle de qualidade, tendo em vista evitar o manuseio e a comercialização de sementes de qualidade inadequada (Krzyzanowski & França Neto, 1991).

Métodos rápidos e confiáveis em programas de controle de qualidade tornam-se instrumentos imprescindíveis para a determinação do vigor e de outras características que envolvam a

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 15 de maio de 1997.

<sup>2</sup> Eng. Agr., Ph.D., Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Soja (CNPSo), Caixa Postal 231, CEP 86001-970 Londrina, PR. Bolsista do CNPq. E-mail: nilton@cnpso.embrapa.br

<sup>3</sup> Lic. Matemática, M.Sc., Embrapa-CNPSo.

qualidade fisiológica do lote. A tomada de decisão durante o manejo e a comercialização de sementes deve ser baseada na análise mais completa possível de sua qualidade.

Segundo Carvalho (1986), para efeitos de política de armazenamento e de comercialização, e mesmo para decisão de plantio, os testes de vigor têm-se revelado como fonte de orientação bem mais segura do que o teste-padrão de germinação. Marcos Filho et al. (1987) comentam que na avaliação do vigor de sementes são considerados eficientes os testes que permitem separar os lotes em diferentes categorias, desde que os resultados se correlacionem com a emergência das plântulas no campo. Portanto, é fundamental que determinado teste permita distinguir, com elevado grau de segurança e consistência, lotes que apresentem padrão de qualidade similar, dentro de uma faixa de germinação passível de comercialização. Nesse raciocínio, pode-se afirmar que o teste de tetrazólio é uma grande conquista na tomada de decisão por parte da indústria de sementes de soja. Os dados obtidos pelo teste são de grande valia quando utilizados na pré e pós-colheita, na recepção, durante o beneficiamento, no controle de qualidade antes e durante o armazenamento, e na comercialização.

Entretanto, apesar de sua importância, o atual método do teste de tetrazólio preconiza um período mínimo de 16 horas, a 25°C de condicionamento (tempo de embebição), para a realização do teste (França Neto et al., 1988). Esse período pode ser considerado como longo e pode dificultar a geração de informação, especialmente quando há urgência na obtenção de resultados.

Dentro dessa linha de estudo, a literatura não tem mostrado avanços significativos. Todavia, algumas pesquisas têm mostrado que temperaturas superiores a 40°C podem incrementar o mecanismo de absorção de água pelas sementes durante o processo de embebição, condição fundamental para a aceleração do desenvolvimento de coloração das sementes pelo teste de tetrazólio. Nesse sentido, Hsu et al. (1983) e Costa (1992) mostraram que temperaturas elevadas promovem maiores velocidades de embebição, possibilitando ganhos de tempo na execução do teste de tetrazólio para semente de soja. Por sua vez, Grabe (1976) destaca que a reação de

coloração do tetrazólio pode ser acelerada, realizando-se o teste em alta temperatura (45°C) sob condições de vácuo. Burch & Delouche (1959), estudando a velocidade de absorção de água por sementes de soja, constataram que à temperatura de 20°C, as sementes atingiram teor de água para início do processo germinativo nas primeiras seis horas de embebição. Todavia, após 12, 24 e 48 horas, notaram que o acréscimo no teor de água das sementes foi considerado mínimo. Delouche et al. (1976) chamam a atenção para a importância do condicionamento das sementes antes de sua coloração na solução de tetrazólio; destacam que o condicionamento das sementes é necessário, por duas razões fundamentais: 1) evitar que sementes expostas diretamente na solução de tetrazólio, ou mesmo em água, possam absorver tanto a água como a solução tão rapidamente que cheguem a provocar a ruptura do tegumento e separação dos cotilédones; e, 2) a embebição das sementes melhora a qualidade e a nitidez de coloração, facilitando a interpretação durante a sua avaliação no teste.

O objetivo do presente estudo foi desenvolver um procedimento alternativo para redução do período de condicionamento de sementes de soja no teste de tetrazólio.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no laboratório de sementes da Embrapa-CNPSO, Londrina, PR. Para o primeiro ano do estudo foram utilizadas sementes das cultivares Davis, EMBRAPA 3, IAC-12 e FT-Estrela, provenientes da safra 1993/94, cujas amostras de sementes foram beneficiadas e classificadas por tamanho, sendo imediatamente armazenadas em câmara fria (10°C, 50% UR) até que fossem utilizadas. No segundo ano, foram empregadas as cultivares BR-30, BR-37, EMBRAPA 1, FT-Manacá, OCEPAR 4, BR-16, OCEPAR 10 e Numbaira. Os procedimentos de beneficiamento, classificação e armazenamento das amostras foram os mesmos que no ano anterior. As análises de laboratório foram processadas entre maio e julho de 1995, nas cultivares testadas.

Aproximadamente 50 kg de sementes de cada cultivar foram colhidos com aproximadamente 13% de umidade, e de imediato submetidos à classificação por uma seqüência de peneiras de chapas metálicas de crivos oblongos, com faixa de variação de 6,35 x 19,05 mm a 3,57 x 19,05 mm.

Nessa avaliação inicial, verificou-se que 80% das sementes apresentavam uniformidade aceitável e diferenciada quanto ao tamanho (dois tamanhos), pois uma quantidade representativa de sementes permaneceu retida nas peneiras utilizadas. O restante das sementes foi descartado, por não atender aos padrões desejados.

Após a classificação das amostras em diferentes peneiras, cada amostra foi subdividida por meio de um divisor cônico, em quatro repetições de, aproximadamente, 1 kg cada, e as sementes, acondicionadas em caixas de papelão.

Para avaliar os efeitos dos diferentes tratamentos sobre a redução do período de condicionamento no teste de tetrazólio, os seguintes parâmetros foram avaliados: vigor [TZ (1-3)], viabilidade [TZ (1-5)], deterioração por umidade [TZ (6-8)], dano mecânico [TZ (6-8)], lesões por percevejos [TZ (6-8)], e teor de água das sementes (%).

O procedimento adotado para avaliação do teor de água e coloração das sementes foi o condicionamento de 200 sementes (quatro subamostras com 50 sementes) por repetição, em cada tratamento e cultivar. As sementes foram embebidas em papel-toalha previamente umedecido com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o seu peso, e submetidas a condições de condicionamento de quatro horas, a 41°C, seis horas, a 41°C e dezesseis horas, a 25°C (testemunha). Durante o condicionamento, as sementes envoltas em papel-toalha umedecido foram acondicionadas em caixas de plástico (gerbox) com bandeja de tela, sob a qual foram adicionados 50 mL de água, para manter uniforme a umidade relativa do ar no seu interior. As caixas de plástico foram fechadas e colocadas em germinadores previamente calibrados, nas temperaturas acima descritas. No final de cada período de embebição, as amostras foram retiradas dos germinadores, e, de imediato, uma parte (duas subamostras de 50 sementes) foi utilizada para avaliação do teor de água, pelo método de estufa: 105°C durante 24 horas, conforme os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992).

Para a coloração das sementes, foram empregadas as outras duas subamostras de 50 sementes. Após o condicionamento, as amostras foram retiradas, e, de imediato, colocadas em copinhos de plástico de 50 mL, contendo solução de tetrazólio na concentração de 0,075%, e mantidas no escuro em estufa, à temperatura de 41°C, durante duas horas, para o desenvolvimento da coloração (Delouche et al., 1976).

As sementes foram avaliadas individualmente, depois de seccionadas longitudinalmente com uma lâmina de barbear - observando-se a ocorrência de deterioração por umidade, danos mecânicos e lesões por percevejos nas

partes externas e internas dos cotilédones e nos eixos embrionários -, conforme procedimentos descritos por França Neto et al. (1988).

Para a análise estatística, adotou-se o delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições em fatorial, com os fatores cultivar (12 cultivares), tamanho de sementes (média e pequena) e tratamentos (três períodos de condicionamento). As análises de variância referentes a danos mecânicos, deterioração por umidade e lesões por percevejos, determinados pelo teste de tetrazólio, foram realizadas com os valores transformados em arc sen da raiz quadrada dos dados originais, adicionados de 0,5. O teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ) foi utilizado para separação das médias.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise de variância (Tabela 1), observa-se que o fator cultivar mostrou efeito significativo ( $P \leq 0,001$ ) em todos os parâmetros avaliados, o que era de se esperar, dada a variação genética existente entre os genótipos estudados.

Com relação ao tamanho das sementes, ocorreram efeitos significativos no dano causado por percevejo ( $P \leq 0,001$ ) e no teor de água das sementes ( $P \leq 0,001$ ). Foi verificado que sementes danificadas pelo inseto tiveram o seu tamanho reduzido. Foi também constatado que as sementes pequenas se embeberam, num mesmo período, de teores percentuais de água superiores em relação às sementes médias, o que confere com informações de Bewley & Black (1994).

Os baixos coeficientes de variação obtidos nas análises de variância quanto ao vigor ( $CV=3,8\%$ ) e à viabilidade ( $CV=2,9\%$ ) permitiram detectar efeitos significativos da interação cultivar vs. peneira: sementes de cinco das doze cultivares apresentaram o vigor e a viabilidade afetados pelo tamanho da semente. As diferenças significativas de vigor e viabilidade, captadas entre as sementes pequenas e médias, foram mínimas, variando de 1,1% a 3,2%, variações, essas, que, em termos práticos, não são expressivas.

Com relação aos valores de vigor (Tabela 2) de sementes condicionadas por seis horas, a 41°C, independentemente do seu tamanho, apresentaram médias estatisticamente semelhantes à da testemunha (16 horas, a 25°C). Nesse período de condicionamento, foi possível efetuar com niti-

**TABELA 1.** Análises de variâncias realizadas em dados de cinco parâmetros obtidos em sementes de 12 cultivares de soja, classificadas por tamanho (pequena e média) e submetidas a três tratamentos de acondicionamento em papel toalha umedecido (4 h/41°C; 6 h/41°C e 16 h/25°C). Embrapa-CNPSO, Londrina, PR, 1996<sup>1</sup>.

Fonte de variação	GL	Nível de significância do teste F <sup>2</sup>					
		TZ-DM <sup>3</sup>	TZ-DU <sup>3</sup>	TZ-DP <sup>3</sup>	TZ-Viabilidade	TZ-Vigor	Umidade
Bloco	3	NS <sup>3</sup>	NS	NS	NS	NS	NS
Cultivar (C)	11	***	***	***	***	***	***
Peneira (P)	1	NS	NS	**	NS	NS	***
C*P	11	*	NS	NS	**	**	***
Tratamento(T)	2	***	***	***	***	***	***
C*T	22	***	***	***	***	***	***
P*T	2	NS	NS	NS	NS	NS	NS
C*P*T	22	NS	NS	NS	NS	NS	***
Erro	213						
Total	287						
QME		7,914	10,618	7,154	6,147	7,934	0,908
C.V.(%)		19,64	24,30	31,36	2,90	3,80	3,23

<sup>1</sup> TZ-DM: tetrazólio - dano mecânico (6-8); TZ-DU: tetrazólio - deterioração por umidade (6-8); TZ-DP: tetrazólio - dano por percevejo (6-8).

<sup>2</sup> NS: não-significativo; \* P ≤ 0,05; \*\* P ≤ 0,01; \*\*\* P ≤ 0,001.

<sup>3</sup> Análise de variância realizada com os dados transformados em  $\arcsin \sqrt{(\% + 0,5)}$ .

**TABELA 2.** Índices de vigor [TZ (1-3)], obtidos pelo teste de tetrazólio em sementes de 12 cultivares de soja, acondicionadas por três períodos de embebição a duas temperaturas. Resultados médios de sementes pequenas e médias. Embrapa-CNPSO, Londrina, PR, 1996.

Condições de acondicionamento		Vigor <sup>1</sup> (%)					
(°C)	(horas)	Davis	EMBRAPA 3	IAC-12	BR-30	BR-37	EMBRAPA 1
41	4	66,4b	65,1b	45,1b	69,1b	75,5b	59,0b
41	6	80,1a	76,3a	54,6a	85,0a	90,3a	87,1a
25	16	80,6a	75,4a	55,6a	86,3a	91,1a	89,1a
Média		75,7	72,3	51,8	80,1	85,6	78,4
		FT-Manacá	OCEPAR 4	BR-16	OCEPAR 10	Numbaíra	FT-Estrela
41	4	66,0 b	60,8 b	59,0 b	64,5 b	62,5b	83,0a
41	6	87,6a	87,9a	64,9a	78,4a	76,3a	87,4a
25	16	89,3a	87,0a	64,4a	79,4a	76,1a	86,3a
Média		81,0	78,5	62,8	74,1	71,6	85,5

<sup>1</sup> Na mesma coluna, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade; CV (%) = 3,80; QME = 7,934.

dez a avaliação e a interpretação do vigor [TZ (1-3)]. Deve-se salientar que o teor de água das sementes das doze cultivares após o acondicionamento por seis horas, a 41°C, situou-se na faixa de 27,5% a 32,8% (Tabela 3). Embora as médias da umidade tenham sido estatisticamente inferiores às constatadas nas sementes acondicionadas por 16 horas, a 25°C, permitiram

um nível de metabolismo que conduziu a um desenvolvimento de coloração apropriada para a avaliação do teste de tetrazólio. Costa & Marcos Filho (1994b) encontraram um bom desenvolvimento de coloração em sementes de duas cultivares de soja preconicionadas por períodos inferiores a dez horas de embebição. Delouche et al. (1976) consideraram que o processo de preconicionamento de sementes de soja deve ser realizado por um mínimo de seis horas, para se obter uma coloração que permita sua avaliação. No presente estudo, os teores de água das sementes preconicionadas pelo período de quatro horas, a 41°C (Tabela 3), foram sempre os menores em todas as cultivares avaliadas, oscilando entre 22,5% (na cultivar EMBRAPA 1), e 28,7% (na EMBRAPA 3). Esta faixa de umidade não propiciou coloração ideal dos tecidos das sementes, resultando em valores subestimados do vigor, os quais foram estatisticamente diferentes dos obtidos pelo método tradicional. Vertucci & Leopold (1983, 1984) afirmaram que teor de água das sementes abaixo de 24% restringe o início dos processos metabólicos e respiratórios, os quais aumentam rapidamente quando o teor de água encontra-se na faixa de 24% a 32%.

Os resultados de viabilidade [TZ (1-5)] correspondentes a seis horas de embebição a 41°C (Tabela 4), obtidos nas sementes de sete das doze cultivares estudadas, não diferiram significativamente dos obtidos em sementes submetidas ao método tradicional de preconicionamento. Entretanto, os valores de viabilidade obtidos em sementes das cultivares Davis, EMBRAPA 3, IAC-12, BR-30 e OCEPAR 10, preconicionadas por seis horas, a 41°C, foram estatisticamente diferentes dos obtidos pela testemunha. Porém, tais diferenças foram mínimas e variaram de 2,7% a 4,2%. Em termos práticos, tais variações podem ser consideradas aceitáveis, conforme França Neto et al. (1988). Já os valores de viabilidade obtidos após a embebição por quatro horas, a 41°C, foram, em todas as cultivares, estatisticamente inferiores aos obtidos em sementes provenientes do método tradicional de preconicionamento, à exceção das cultivares Davis e BR-16.

Quanto à deterioração por umidade (Tabela 5), verificou-se que o tratamento quatro horas, a 41°C, superestimou a ocorrência desse tipo de dano após a coloração pelo teste de tetrazólio, à exceção na cultivar BR-16. Essa situação comprometeu seriamente

**TABELA 3.** Teor de água das sementes (%) após a etapa de preconicionamento, de 12 cultivares de soja, correspondentes a três períodos de embebição e duas temperaturas. Resultados médios de sementes pequenas e médias. Embrapa-CNPSo, Londrina, PR. 1996.

Condições de preconicionamento		Teor de água das sementes (%) após o preconicionamento <sup>1</sup>						
(°C)	(horas)							
		Davis	EMBRAPA 3	IAC-12	BR-30	BR-37	EMBRAPA 1	
41	4	26,2c	28,7c	24,1c	24,3c	24,8c	22,5c	
41	6	30,0b	32,8b	27,5b	29,2b	30,7b	27,6b	
25	16	37,5a	36,5a	34,6a	34,0a	35,2a	32,1a	
Média		31,2	32,7	28,7	29,2	30,3	27,4	
		FT-Manacá	OCEPAR 4	BR-16	OCEPAR 10	Numalra	FT-Estrela	
41	4	23,7c	24,6c	28,2c	24,0c	23,8c	24,3c	
41	6	27,6b	28,0b	32,0b	27,8b	28,0b	27,5b	
25	16	32,3a	33,0a	38,0a	32,2a	33,1a	34,2a	
Média		27,9	28,5	32,7	28,0	28,3	28,6	

<sup>1</sup> Na mesma coluna, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade; CV (%) = 3,23; QME = 0,908.

**TABELA 4.** Índices de viabilidade [TZ (1-5)], obtidos pelo teste de tetrazólio em sementes de 12 cultivares de soja, acondicionadas por três períodos de embebição, a duas temperaturas. Resultados médios de sementes pequenas e médias. Embrapa-CNPSO, Londrina, PR, 1996.

Condições de precondicionamento		Viabilidade (%)					
(°C)	(horas)						
		Davis	EMBRAPA 3	IAC-12	BR-30	BR-37	EMBRAPA 1
41	4	86,1b	75,8c	57,1c	84,6c	87,5b	76,4b
41	6	92,6a	85,0b	67,3b	90,6b	94,5a	93,5a
25	16	89,0b	88,0a	70,5a	94,8a	96,4a	95,3a
Média		89,3	82,9	65,0	90,0	92,8	88,4
		FT-Manacá	OCEPAR 4	BR-16	OCEPAR 10	Numbaíra	FT-Estrela
41	4	82,6b	78,8b	83,1a	78,4c	79,4b	89,9b
41	6	93,4a	92,9a	83,6a	87,9b	85,6a	94,4a
25	16	95,8a	95,1a	83,6a	91,3a	87,4a	93,9a
Média		90,6	88,9	83,5	85,8	84,1	92,7

<sup>1</sup> Na mesma coluna, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade; CV (%)= 2,90; QME= 6,147.

**TABELA 5.** Índices de deterioração por umidade [TZ(6-8)], obtidos pelo teste de tetrazólio em sementes de 12 cultivares de soja, acondicionadas por três períodos de embebição a duas temperaturas. Resultados médios de sementes pequenas e médias. Embrapa-CNPSO, Londrina, PR, 1996.

Condições de precondicionamento		Deterioração por umidade (%)					
(°C)	(horas)						
		Davis	EMBRAPA 3	IAC-12	BR-30	BR-37	EMBRAPA 1
41	4	9,1a	13,5a	18,0a	8,9a	6,5a	16,9a
41	6	3,3b	7,1b	5,8b	1,8b	2,0b	1,7b
25	16	6,4a	2,0c	3,5b	1,0b	0,4b	0,3b
Média		6,3	7,5	9,1	3,4	3,0	6,3
		FT-Manacá	OCEPAR 4	BR-16	OCEPAR 10	Numbaíra	FT-Estrela
41	4	10,9a	12,4a	12,9a	15,8a	7,4a	3,8a
41	6	3,0b	1,3b	13,9a	6,6b	1,5b	1,5b
25	16	1,0b	0,8b	12,6a	3,5	0,8b	2,1a
Média		5,0	4,8	13,1	8,6	3,2	2,5

<sup>1</sup> Na mesma coluna, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade; análise de variância e separação de médias, realizadas com os dados transformados em  $\sqrt{(\% + 0,5)}$ ; CV (%)= 24,30; QME= 10,618.

te a interpretação do teste de tetrazólio, dadas as alterações morfológicas (sementes ocas na parte interna dos cotilédones) e a presença de sementes com coloração totalmente desuniforme em toda exten-

são do eixo-embrionário. Ainda, comparando-se os índices de deterioração por umidade de sementes, obtidos pelo tratamento seis horas, a 41°C, com os valores oriundos do método tradicional, verificou-

-se, em oito das doze cultivares avaliadas, que os resultados não diferiram estatisticamente entre si, podendo-se observar que, apesar de não terem ocorrido diferenças significativas, os índices de deterioração obtidos com o tratamento seis horas, a 41°C, foram ligeiramente superiores aos conseguidos com a testemunha. Destaca-se que as sementes das cultivares Davis, EMBRAPA 3, OCEPAR 10 e FT-Estrela apresentaram resultados estatisticamente diferentes em relação a esses tratamentos. Hsu et al. (1983), estudando o mecanismo de embebição de sementes de soja a 20, 30 e 50°C, observaram que à temperatura de 20°C as sementes atingiram 90% do total de absorção em 12,5 horas; porém, quando a temperatura foi elevada para 30°C e 50°C, esse teor de água foi atingido em 6 horas e 2,5 horas, respectivamente. Pode-se argumentar que a temperatura é fundamental, pois intensifica de maneira acentuada o processo de embebição de sementes de soja (Bewley & Black, 1994), cujo grau de umidade é importante à obtenção de coloração uniforme no teste de tetrazólio.

Com relação a danos mecânicos (Tabela 6), os resultados com seis horas de embebição, à temperatura de 41°C, proporcionaram a identificação dessas características e a obtenção de médias estatisticamente iguais às da testemunha, em dez das doze cultivares, à exceção de Davis e BR-16. Quanto as lesões por percevejos (Tabela 7), os resultados do tratamento de embebição por seis horas, a 41°C, possibilitaram a avaliação desse parâmetro, não diferindo da testemunha. Observou-se, ainda, que o período de embebição de quatro horas, a 41°C, propiciou a obtenção de bons resultados quanto à caracterização desses danos. Essa constatação concorda com os resultados obtidos por Costa & Marcos Filho (1994a), que, em estudo semelhante a este, também observaram que os períodos de quatro e seis horas de acondicionamento, à temperatura de 42°C, apresentaram um bom comportamento, decorrente da caracterização precisa desse tipo de dano.

TABELA 6. Índices de danos mecânicos [TZ(6-8)], obtidos pelo teste de tetrazólio em 12 cultivares de soja, acondicionadas por três períodos de embebição a duas temperaturas. Resultados médios de sementes pequenas e médias. Embrapa-CNPSO, Londrina, PR, 1996.

Condições de acondicionamento		Danos mecânicos (%)					
(°C)	(horas)						
		Davis	EMBRAPA 3	IAC-12	BR-30	BR-37	EMBRAPA-1
41	4	4,6ab	6,0a	24,3a	4,0a	3,5a	7,1a
41	6	3,8b	4,6a	26,5a	4,1a	3,0a	3,9b
25	16	6,9a	6,4a	26,0a	2,5a	3,5a	3,9b
Média		5,1	5,7	25,6	3,5	3,3	5,0
		FT-Manacá	OCEPAR 4	BR-16	OCEPAR 10	Numbaíra	FT-Estrela
41	4	4,9a	6,3a	4,4b	5,5a	5,1a	6,1a
41	6	0,9b	3,1b	2,0c	5,1a	4,4a	4,6a
25	16	2,3b	3,3b	8,1a	5,0a	4,8a	3,5a
Média		2,7	4,2	4,8	5,2	4,8	4,8

<sup>1</sup> Na mesma coluna, médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade; análise de variância e separação de médias realizadas com os dados transformados em  $\sqrt{(\% + 0,5)}$ ; CV (%) = 31,36; QME = 6,995.

**TABELA 7.** Índices de lesões causadas por percevejos [TZ(6-8)], obtidos pelo teste de tetrazólio em sementes de 12 cultivares de soja, acondicionadas por três períodos de embebição, a duas temperaturas. Resultados médios de sementes pequenas e médias. Embrapa-CNPSO, Londrina, PR, 1996.

Condições de precondicionamento		Lesões por percevejos (%)						
(°C)	(horas)	Davis	EMBRAPA3	IAC-12	BR-30	BR-37	EMBRAPA 1	
41	4	0,4a	4,6a	0,9a	3,1a	0,6a	1,4a	
41	6	0,3a	3,1a	0,6a	3,4a	1,0a	1,1a	
25	16	0,3a	3,5a	0,5a	1,9a	0,1a	1,1a	
Média		0,3	3,8	0,7	2,9	0,6	1,2	
		FT-Manacá	OCEPAR 4	BR-16	OCEPAR 10	Numbaíra	FT-Estrela	
41	4	3,3a	4,9a	0,3a	0,8a	9,0a	0,9a	
41	6	2,6a	3,1ab	0,5a	1,4a	9,2a	0,5a	
25	16	1,4a	1,5b	0,0a	1,3a	7,2a	0,5a	
Média		2,4	3,2	0,3	1,1	8,5	0,6	

<sup>1</sup> Na mesma coluna, médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade; análise de variância e separação de médias realizadas com os dados transformados em  $\sqrt{(\%+0,5)}$ ; CV (%)= 31,36; QME= 6,995.

## CONCLUSÕES

1. No teste de tetrazólio, o acondicionamento de sementes de soja pelo período de seis horas, a 41°C, pode substituir com segurança o método tradicional de 16 horas, a 25°C.

2. O período de embebição de quatro horas, a 41°C, não proporciona o intumescimento adequado das sementes para propiciar o desenvolvimento nítido da coloração e da identificação da qualidade de sementes.

3. O tamanho das sementes não constitui fator que afete o acondicionamento para posterior análise e interpretação do teste de tetrazólio.

4. A utilização do acondicionamento das sementes por quatro horas, a 41°C, possibilita rápida avaliação da ocorrência de danos causados por percevejo às sementes.

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: SNTA, 1992. 365p.
- BEWLEY, J.B.; BLACK, M. Cellular events during germination and seedling growth. In: BEWLEY, J.B.; BLACK, M. (Eds.). **Seeds: physiology of development and germination**, 2.ed. New York: Plenum Press, 1994. p.147-197.
- BURCH, J.A.; DELOUCHE, J.C. Absorption of water by seed. **Proceedings of the Association of Official Seed Analysis**, East Lansing, v.49, p.142-150, 1959.
- CARVALHO, N.M. Vigor de sementes. In: SEMANA DE ATUALIZAÇÃO EM PRODUÇÃO DE SEMENTES, 1., 1986, Piracicaba. **Anais ...** Campinas: Fundação Cargill, 1986. p.207-223.
- COSTA, N.P. da. **Metodologia alternativa para o teste de tetrazólio em sementes de soja**. Piracicaba: ESALQ, 1992. 132p. Tese de Doutorado.



- COSTA, N.P. da; MARCOS FILHO, J. Temperatura e pré-condicionamento de sementes de soja para o teste de tetrazólio. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v.5, n.1, p.158-168, jan./abr. 1994b.
- COSTA, N.P. da; MARCOS FILHO, J. Alternative methodology for the tetrazolium test for soybean seed. *Seed Science and Technology*, Zurich, v.22, p.9-17, 1994a.
- DELOUCHE, J.C.; STILL, T.W.; KASTER, M.; LIENHARD, M. O teste de tetrazólio para viabilidade da semente. Brasília: AGIPLAN, 1976. 103p.
- FRANÇA NETO, J.B.; PEREIRA, L.A.G.; COSTA, N.P.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja. Londrina: Embrapa-CNPSO, 1988. 60p. (Embrapa-CNPSO. Documentos, 37).
- GRABE, D.F. Manual do teste de tetrazólio em sementes. Brasília: AGIPLAN, 1976. 85p.
- HSU, K.H.; KIM, C.J.; WILSON, L.A. Factors affecting water uptake of soybean during soaking. *Cereal Chemistry*, St. Paul, v.60, n.3, p.208-211, 1983.
- KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B. Situação atual do uso de testes de vigor como rotina em programas de sementes no Brasil. *Informativo ABRATES*, Londrina, v.1, n.3, p.42-53, 1991.
- MARCOS FILHO, J.; CÍCERO, S.M.; SILVA, W.R. Teste de tetrazólio. Piracicaba: ESALQ, Dep. Agric. Hortic., 1987. 40p.
- VERTUCCI, C.W.; LEOPOLD, C. Bound water in soybean seed and its relation to respiration and imbibitional damage. *Plant Physiology*, Bethesda, v.75, n.1, p.114-117, 1984.
- VERTUCCI, C.W.; LEOPOLD, C. Dynamics of imbibition by soybean embryos. *Plant Physiology*, Bethesda, v.72, n.1, p.190-193, 1983.
- VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M.; SADER, R. Testes de vigor e suas possibilidades de uso. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Eds.). *Testes de vigor em sementes*. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.31-47.