

VALIDAÇÃO DO MÉTODO ALTERNATIVO DO TESTE DE TETRAZÓLIO NA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA¹

NILTON P. DA COSTA¹, JOSÉ DE B. FRANÇA NETO², FRANCISCO C. KRZYZANOWSKI²,
ADEMIR A. HENNING² E JOSÉ E. PEREIRA²

RESUMO - O objetivo do presente estudo foi ampliar a aplicação da metodologia alternativa de pré-condicionamento das sementes para o teste de tetrazólio para novos genótipos de soja. Os tratamentos usados foram: regimes de pré-condicionamento: 4h/41°C, 6h/41°C e 16h/25°C (método convencional); genótipos: BR92-6568, BR92-7303, Embrapa 58, Embrapa 59, Embrapa 60, Embrapa 61, Embrapa 62, BRS 132, BRS 133, BRS 134, BRS 135, BRS 136, BRS 156 e BRS 157; dois tamanhos de sementes: grande e médio. Os parâmetros usados para testar os tratamentos, mediante a técnica de tetrazólio, foram vigor [TZ (1-3)], viabilidade [TZ (1-5)], dano mecânico [TZ (6-8)], deterioração por umidade [TZ (6-8)] e lesão por percevejo [TZ (6-8)]. O regime de pré-condicionamento de 6h/41°C resultou em condições propícias de coloração das sementes, permitindo excelente avaliação de todos os parâmetros determinados pelo teste de tetrazólio para os 14 genótipos. A nitidez de coloração proporcionada pelo teste de tetrazólio por 6h/41°C de imbebição foi semelhante à obtida com o método tradicional e superior à obtida após 4h/41°C. O regime de 4h/41°C não foi adequado para elevar o grau de umidade até 27%, necessário para que as sementes apresentassem um padrão de coloração no teste de tetrazólio que permita a identificação de deterioração por umidade e de danos mecânicos para a maioria dos genótipos. Apenas a determinação de danos de percevejo foi viável nesse tratamento. Este resultado valida a aplicação do método alternativo de pré-condicionamento por 6h/41°C, possibilitando a sua utilização para a avaliação da qualidade das sementes de soja pelo teste de tetrazólio.

Termos para indexação: *Glycine max* (L.) Merrill, vigor, viabilidade, deterioração por umidade, dano mecânico.

VALIDATION OF THE ALTERNATIVE METHODOLOGY OF THE TETRAZOLIUM TEST FOR THE EVALUATION OF SOYBEAN SEED QUALITY

ABSTRACT - The experiment was conducted with the objective of validating the use of the reduced period of seed preconditioning for the tetrazolium test for additional soybean genotypes. The following 14 cultivars were evaluated: BR92-6568, BR92-7303, Embrapa 58, Embrapa 59, Embrapa 60, Embrapa 61, Embrapa 62, BRS 132, BRS 133, BRS 134, BRS 135, BRS 136, BRS 156 and BRS 157. Two preconditioning periods (four and six hours) at 41°C were tested and compared to the traditionally recommended period of 16 hours at 25°C. The following parameters were determined: seed moisture content (%), vigor [TZ (1-3)], viability [TZ (1-5)], mechanical damage [TZ (6-8)], weathering [TZ (6-8)] and sting bug damage [TZ (6-8)]. The preconditioning period of six hours at 41°C resulted in adequate staining of the seeds, allowing excellent interpretation of vigor, viability, mechanical, weathering and stink bug damages for the 14 genotypes. Staining pattern of the seeds after preconditioning for six hours at 41°C was equivalent to the traditionally recommended period of 16 hours at 25°C, and superior in precision to the treatment of four hours at 41°C for all tested genotypes. This last treatment did not result in seed imbibition to 27% seed moisture content or more, which is required for adequate staining of the seeds for the evaluation

¹ Aceito para publicação em 17.11.99; manuscrito aprovado para publicação pelo Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento da Embrapa Soja sob o nº 21/99.

² Engº Agrº, Ph.D., Pesquisador da Embrapa Soja. Cx. Postal 231, 86001-970, Londrina-PR; bolsista do CNPq; nilton@cnpsso.embrapa.br

³ Engº Agrº, MSc., Pesquisador da Embrapa Soja.

of all measured parameters, with exception to stink bug damage, which was not affected by this treatment. It was concluded that the alternative seed-preconditioning period of six hours at 41°C can be successfully applied to soybean seeds for the evaluation of seed quality by the tetrazolium test.

Index terms: *Glycine max* (L.) Merrill, seed vigor, seed viability, weathering damage, mechanical damage.

INTRODUÇÃO

Tradicionalmente, a metodologia do teste de tetrazólio estabelece um período de 16 horas a 25°C de pré-condicionamento das sementes para a realização do teste (França-Neto et al., 1988 e 1999). A redução do período de pré-condicionamento poderá representar um incremento importante, visando ampliar o uso do teste nas diferentes etapas da produção de sementes de soja.

Todavia, para se obter ganhos significativos em termos de rapidez na realização do teste, os fatos indicam que o incremento da temperatura do germinador ou de outro equipamento similar, no decorrer do período de pré-condicionamento, é meta fundamental, pois, ocorrendo aceleração do processo de embebição em período curto, certamente resultará em maiores taxas de embebição e consequente maior atividade enzimática, que proporcionará mais rápida coloração da semente. Com base nesse raciocínio Burch & Delouche (1959), Hsu et al. (1983) e Costa (1992) observaram que temperaturas elevadas do germinador podem acelerar a velocidade de embebição das sementes, permitindo o intumescimento das estruturas morfológicas e embrionárias em período relativamente curto e, consequentemente, redundará na redução de tempo para a execução do teste de tetrazólio.

O processo de pré-condicionamento de sementes de soja é fundamental para um desenvolvimento normal de coloração pelo tetrazólio. Vertucci & Leopold (1983) detectaram que o grau de umidade das sementes inferior a 24% pode limitar o início dos processos fisiológicos, metabólicos e respiratórios, cujas atividades são aceleradas, quando essa umidade estiver na faixa de 24% a 32%. Todavia, Costa & Marcos-Filho (1994b) observaram que, a partir de 27% de umidade, ocorreu um bom desenvolvimento de coloração pelo tetrazólio, para sementes de três cultivares de soja. Costa et al. (1998a) comprovaram que esse grau de umidade das sementes pode ser atingido com pré-condicionamento realizado por seis horas a 41°C. Estas condições propiciaram uma adequada coloração das sementes pelo teste de tetrazólio, resultando na sua realização com um ganho de tempo de 10 horas, em relação ao método tradicional de pré-condicionamento, que requer um período de embebição de 16 horas à temperatura de 25°C.

Tal metodologia alternativa para o pré-condicionamento de sementes de soja, pelo período de seis horas a 41°C, foi avaliada por Costa et al. (1998a e 1998b), para um número relativamente pequeno de cultivares de soja. Entretanto, com o recente lançamento de novas cultivares de soja, tornou-se necessária a aferição da referida metodologia em um número maior de genótipos, para que a mesma tenha ampliada a sua validação. Assim sendo, o presente estudo teve como objetivo aferir o método alternativo de pré-condicionamento de sementes de soja para a execução do teste de tetrazólio em um maior número de genótipos de soja.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a condução da presente pesquisa, foram coletadas amostras de sementes dos ensaios de melhoramento conduzidos na Embrapa Soja, em Londrina, PR e de produtores de sementes, cooperados da COROL - Cooperativa Agropecuária de Rolândia Ltda., de Rolândia, PR, durante as safras de 1997/98 e de 1998/99. Os 14 genótipos utilizados no estudo foram: BR92-6568; BR92-7303; Embrapa 58; Embrapa 59; Embrapa 60; Embrapa 61; Embrapa 62; BRS 132; BRS 133; BRS 134; BRS 135; BRS 136, BRS 156; e BRS 157. As amostras de sementes foram submetidas a uma seqüência de peneiras de chapas metálicas, de crivos oblängos, com faixa de variação de 9/64" x 3/4" a 14/64" x 3/4" (3,57 x 19,05mm a 5,55 x 19,05mm). Após a classificação dos lotes de sementes em dois tamanhos, identificados como "pequeno" e "médio", cada amostra foi subdividida em quatro repetições de 1kg, visando a realização das análises estatísticas. As amostras foram acondicionadas em caixa de papelão com capacidade de 1kg e armazenadas em câmara seca e fria (10°C/50% UR) até o início da execução das análises de laboratório.

Para avaliar o efeito dos diferentes tratamentos, foram determinados os seguintes parâmetros: grau de umidade (%) das sementes, vigor pelo teste de tetrazólio [TZ (1-3)], viabilidade [TZ (1-5)], danos mecânicos [TZ (6-8)], deterioração por umidade [TZ (6-8)] e danos causados por percevejos [TZ (6-8)], conforme descrito por França-Neto et al. (1998).

O procedimento empregado para o pré-condicionamento das sementes dos 14 genótipos foi através da embebição

de 200 sementes (quatro subamostras com 50 sementes) por repetição e por tratamento. As sementes foram embebidas em papel toalha, previamente umedecido com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o seu peso e, posteriormente, submetidas ao processo de pré-condicionamento nas condições de 16h/25°C (testemunha), 4h/41°C e 6h/41°C. As subamostras correspondentes a cada tratamento foram colocadas em caixas plásticas (gerbox), em bandeja de tela de arame, sendo adicionados 50ml de água, objetivando manter uniforme a umidade relativa do ar no interior das mesmas. As caixas foram fechadas e colocadas em germinadores previamente regulados nas temperaturas já citadas. Passado cada período, as amostras de sementes de cada genótipo foram retiradas do germinador, sendo duas subamostras utilizadas para avaliação do grau de umidade, através do método de estufa (105°C/24h), conforme prescrito nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992). As outras duas subamostras foram empregadas para a avaliação da qualidade das sementes de todos os genótipos, pelo método de tetrazólio. Após a embebição, as amostras foram retiradas do germinador e colocadas em copos plásticos com capacidade de 50ml, onde foram totalmente submersas em solução de tetrazólio na concentração de 0,075% e, em seguida, foram levadas a uma estufa e mantidas a 40°C durante duas horas. Logo que se alcançou um padrão de coloração ideal, as sementes foram retiradas da estufa, lavadas em água comum e mantidas submersas em água. A avaliação da qualidade das sementes foi realizada conforme critérios descritos por França-Neto et al. (1998). O procedimento adotado para a avaliação e a interpretação dos níveis de qualidade consistiu do seccionamento longitudinal de cada semente com uma lâmina de barbear, o qual permitiu uma visualização perfeita tanto do eixo radícula-hipocôtilo como da região vascular, para fins de avaliação e interpretação do vigor, da viabilidade, dos danos mecânicos, das lesões de percevejos e da deterioração por umidade.

O experimento foi planejado e executado em delineamento de blocos inteiramente casualizados, com quatro repetições em esquema fatorial (14x2x3), sendo os fatores cultivar (14 genótipos), tamanho de sementes (pequeno e médio) e tratamentos (três condições de pré-condicionamento).

Para a separação e a análise estatística das médias dos dados foi utilizado o teste de Tukey ($P \leq 0,05$) e os dados percentuais foram transformados em $\text{arc sen } \sqrt{\%} + 0,5$. Nas Tabelas encontram-se os dados originais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os efeitos do tamanho das sementes sobre os resultados obtidos estão sumarizados na Tabela 1. Com relação ao grau de umidade das sementes, após as diversas condições de pré-condicionamento, verificou-se que as sementes de tamanho médio apresentaram graus de umidade finais estatisticamente inferiores em relação aos constatados para sementes grandes, para as três condições de pré-condicionamento, provavelmente em decorrência de sua menor superfície de contato. Observou-se, também, que o grau de umidade mínimo das sementes de 27%, foi suficiente para propiciar um padrão de coloração adequado pelo teste de tetrazólio, segundo Costa (1992) e Costa & Marcos-Filho (1994b), foi alcançado e superado para ambos os tamanhos das sementes apenas nos tratamentos 6h/41°C e 16h/25°C, não sendo atingido para o tratamento 4h/41°C. Este fato justifica os efeitos observados com relação ao tamanho das sementes, para todos os demais parâmetros de qualidade, relativos ao teste de tetrazólio, para o tratamento 4h/41°C, conforme constam na Tabela 1. Em suma, o tamanho das sementes não influenciou os resultados de viabilidade, vigor, deterioração por umidade, danos mecânicos e viabilidade.

TABELA 1. Qualidade das sementes de soja, medida por seis parâmetros distintos, após a exposição das sementes a três condições de pré-condicionamento, de acordo com a variação do tamanho das sementes. Resultados médios para as sementes dos 14 genótipos estudados. Embrapa Soja, Londrina, PR. 1999.

Parâmetro	Tamanho da semente	Condição de pré-condicionamento		
		4h/41°C	6h/41°C	16h/25°C
Grau de umidade - %	Grande	25,4 a	29,9 a	36,4 a
	Médio	23,9 b	28,3 b	33,4 b
TZ-Viabilidade - %	Grande	89,9 a	96,2 a	96,4 a
	Médio	87,4	95,6 a	96,0 a
TZ-Vigor - %	Grande	82,5 a	92,1 a	92,6 a
	Médio	79,1 b	91,6 a	92,0 a
TZ-Deterioração por umidade (6-8) - %	Grande	6,6 a	0,5 a	0,3 a
	Médio	4,2 b	0,3 a	0,1 a
TZ-Dano mecânico (6-8) - %	Grande	5,6 a	3,5 a	3,4 a
	Médio	5,2 a	3,0 a	3,1 a
TZ-Dano de percevejo (6-8) - %	Grande	0,8 a	0,5 a	0,4 a
	Médio	0,7 a	0,5 a	0,4 a

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e dentro de cada parâmetro não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5%.

nicos e de percevejo, para as condições de pré-condicionamento de 6h/41°C e 16h/25°C, apresentando efeitos apenas para o tratamento 4h/41°C.

Os resultados referentes ao grau de umidade das sementes para os 14 genótipos (Tabela 2) indicaram que sementes submetidas ao pré-condicionamento por 6h/41°C apresentaram variação de umidade de 27,6% (Embrapa 59) a 30,8% (BRS 156). Para este tratamento, apesar dos resultados correspondentes aos graus de umidade terem sido estatisticamente inferiores aos constatados nas sementes após o tratamento testemunha (16h/25°C), ocorreu o desenvolvimento de um padrão adequado de coloração das sementes, permitindo a leitura e a interpretação do teste de tetrazólio. Situação semelhante foi também detectada por Costa & Marcos-Filho

(1994b) e por Costa et al. (1997, 1998a, 1998b). Entretanto, quando foi testado o período de pré-condicionamento de 4h/41°C, o grau a umidade das sementes variou de 23,1% (Embrapa 59) a 26,0% (BRS 132). Geralmente, nessa faixa de umidade, parcela significativa das sementes foram afetadas durante o processo de coloração pelo tetrazólio, apresentando características de mosaico, que comprometem a nitidez e a interpretação de classificação dos níveis de viabilidade e de vigor (Tabelas 3 e 4). O aparecimento dessa sintomatologia pode ser atribuído ao tempo insuficiente de absorção de umidade, ou mesmo, à restrição proporcionada pelo tegumento à entrada de água, durante o processo de pré-condicionamento. Esta hipótese foi também levantada por Veiga (1988) e McDonald Junior et al. (1988). Ainda, com

TABELA 2. Grau de umidade (%) das sementes de 14 genótipos de soja, após a exposição a três condições de pré-condicionamento. Embrapa Soja, Londrina, PR. 1999.

Condições de pré-condicionamento		Grau de umidade (%)						
(°C)	(horas)	Genótipo						
		BR92-6568	BR92-7303	Emb. 58	Emb. 59	Emb. 60	Emb. 61	Emb. 62
41	4	24,2 c	25,1 c	25,2 c	23,1 c	24,3 c	24,9 c	24,4 c
41	6	28,3 b	29,0 b	28,3 b	27,6 b	28,4 b	29,8 b	28,5 b
25	16	33,8a	35,3a	30,8a	33,4a	34,3a	36,1a	34,7a
Média		29,8	29,8	28,1	28,0	29,0	30,3	29,2
		BRS 132	BRS 133	BRS 134	BRS 135	BRS 136	BRS 156	BRS 157
41	4	26,0 c	25,2 c	24,9 c	23,6 c	24,3 c	25,8 c	24,5 c
41	6	30,7 b	28,6 b	29,1 b	28,5 b	30,4 b	30,8 b	29,0 b
25	16	36,8a	35,4a	34,5a	35,4a	35,1a	37,4a	36,0a
Média		31,2	29,7	29,5	21,3	29,9	31,3	29,8

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5%. CV = 6,051%.

TABELA 3. Índice de vigor [TZ (1-3)] obtido pelo teste de tetrazólio em sementes de 14 genótipos de soja, submetidas a três condições de pré-condicionamento. Embrapa Soja, Londrina, PR. 1999.

Condições de pré-condicionamento		TZ-Vigor (%)						
(°C)	(horas)	Genótipo						
		BR92-6568	BR92-7303	Emb. 58	Emb. 59	Emb. 60	Emb. 61	Emb. 62
41	4	81,0 b	91,0 b	84,7 b	80,9 b	84,2 b	85,8 b	77,1 b
41	6	94,0a	94,3a	95,0a	92,1a	92,9a	92,4a	94,5a
25	16	94,4a	93,5a	96,1a	92,5a	93,2a	92,6a	94,5a
Média		89,8	92,9	28,1	88,5	90,1	90,3	88,7
		BRS 132	BRS 133	BRS 134	BRS 135	BRS 136	BRS 156	BRS 157
41	4	81,4 b	70,3 b	88,1 b	63,1 b	75,6 b	87,5 b	80,5 b
41	6	85,1a	86,6a	94,5a	88,9a	92,3a	92,9a	90,4a
25	16	85,3a	88,9a	95,0a	89,1a	92,4a	94,4a	89,9a
Média		83,9	82,0	92,5	80,4	86,8	91,6	86,9

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5%. CV = 1,829%.

TABELA 4. Índice de viabilidade [TZ (1-5)] obtido pelo teste de tetrazólio em sementes de 14 genótipos de soja, submetidas a três condições de pré-condicionamento. Embrapa Soja, Londrina, PR. 1999.

Condições de pré-condicionamento		TZ-Viabilidade (%)							
(°C)	(horas)	Genótipo							
41	4	BR92-6568	BR92-7303	Emb. 58	Emb. 59	Emb. 60	Emb. 61	Emb. 62	
41	6	90,0 b	95,3 b	91,6 b	90,6 b	93,0 b	93,9 b	86,4 b	
25	16	97,3a	97,1a	98,1a	96,1a	96,6a	95,5a	98,0a	
Média		98,6a	97,0a	99,0a	95,5a	96,5a	96,6a	97,8a	
		95,3	96,5	96,2	84,1	95,4	95,0	94,1	
41	4	BRS 132	BRS 133	BRS 134	BRS 135	BRS 136	BRS 156	BRS 157	
41	6	89,3b	80,4b	94,6b	71,5b	83,1b	93,1b	87,8b	
25	16	91,9a	92,9a	97,8a	94,6a	96,1a	96,3a	94,4a	
Média		91,9a	94,4a	97,4a	95,5a	96,0a	97,8a	94,3a	
		94,0	89,2	96,6	87,2	91,7	95,7	92,2	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5%. CV = 1,462%.

relação ao assunto, Vertucci & Leopold (1983 e 1984) afirmam que o grau de umidade das sementes inferior a 24% limita o início dos processos metabólicos e respiratórios, não permitindo a ativação enzimática, como é o caso das enzima desidrogenase do ácido málico, que reduz o sal de tetrazólio (2,3,5-trifenil cloreto de tetrazólio) nos tecidos vivos (Bulat, 1961; Moore, 1973 e Smith, 1952).

Por outro lado, os resultados de vigor (Tabela 3) de sementes dos 14 genótipos, pré-condicionadas por 6h/41°C, apresentaram valores estatisticamente semelhantes à testemunha (16h/25°C). Nesse período de condicionamento, foi possível avaliar com nitidez as categorias de vigor pelo teste de tetrazólio. Porém, o período de 4h/41°C de pré-condicionamento afetou severamente a interpretação dos níveis de vigor e da viabilidade de sementes dos 14 genótipos (Tabelas 3 e 4), tendo-se observado que a maioria das cultivares apresentaram sementes com características de mosaico e muitas delas com tonalidade de coloração totalmente desuniforme, em toda extensão do eixo embrionário, inclusive, ocorrendo uma depressão na região central dos cotilédones das sementes. Situação semelhante foi também detectada por Costa & Mar-

cos-Filho (1994a e 1994b) e Costa et al. (1998a e 1998b), que encontraram resultados consistentes quando utilizaram o período de pré-condicionamento de 6h/41°C, para a leitura de vigor de sementes de soja.

Com relação à viabilidade [TZ (1-5)], os resultados (Tabela 4) relacionados ao período de 6h/41°C não diferiram estatisticamente da testemunha (16h/25°C), para todos os genótipos. Por sua vez, os

resultados correspondentes à viabilidade pelo período de 4h/41°C foram, para todos os genótipos, estatisticamente inferiores aos resultados conseguidos com a testemunha. Esta situação indica claramente que o referido período (4h/41°C) apresenta sérias limitações para a análise de viabilidade de sementes de soja.

Os resultados de deterioração por umidade (Tabela 5) mostraram elevados percentuais de sementes com sintomas de deterioração por umidade para o período 4h/41°C, quando comparadas com os demais períodos, o que é decorrente de pré-condicionamento insuficiente. Essa situação propiciou sérios problemas de avaliação do teste, devido às alterações morfológicas apresentadas pela maioria das sementes. Ainda, observou-se para todos os genótipos alterações substan-

TABELA 5. Índice de deterioração por umidade [TZ (6-8)] obtido pelo teste de tetrazólio em sementes de 14 genótipos de soja, submetidas a três condições de pré-condicionamento. Embrapa Soja, Londrina, PR. 1999.

Condições de pré-condicionamento		TZ-Deterioração por umidade (6-8) (%)							
(°C)	(horas)	Genótipo							
41	4	BR92-6568	BR92-7303	Emb. 58	Emb. 59	Emb. 60	Emb. 61	Emb. 62	
41	6	6,0a	1,4a	6,3a	4,8a	2,4a	2,3a	6,3a	
25	16	0,6 b	0,3 b	0,1 b	0,5 b	0,1 b	0,0 b	0,1 b	
Média		0,4 b	0,4 ab	0,0 b	0,1 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b	
		2,3	0,7	2,1	1,8	0,8	0,8	2,1	
41	4	BRS 132	BRS 133	BRS 134	BRS 135	BRS 136	BRS 156	BRS 157	
41	6	2,1a	9,0a	1,6a	19,6a	9,3a	2,5a	1,9a	
25	16	0,3 b	0,8 b	0,1 b	0,5 b	0,4 b	1,8a	0,3 b	
Média		0,6 b	0,9 b	0,0 b	0,0 b	0,3 b	0,4 b	0,4 b	
		1,0	3,7	0,6	6,7	3,3	1,6	0,9	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5%. CV = 47,047%.

ciais no processo de coloração pelo tetrazólio, onde o tratamento 4h/41°C superestimou a ocorrência de sementes com sinais de deterioração por umidade, sendo que parte expressiva das sementes mostraram características de mosaico, fator este extremamente prejudicial à avaliação e à interpretação do teste. Por sua vez, o tratamento 6h/41°C propiciou um padrão adequado de coloração das sementes, o que resultou na obtenção de valores de deterioração por umidade comparáveis com os observados para a testemunha (16h/25°C).

Os resultados de danos mecânicos (Tabela 6) mostraram que sementes dos 14 genótipos pré-condicionadas por 6h/41°C caracterizaram com precisão os danos sem grandes dificuldades, permitindo a avaliação e a interpretação dessas lesões,

após a coloração das sementes pelo tetrazólio. Os valores obtidos não diferiram significativamente da testemunha, para os 14 genótipos estudados. Através de um trabalho similar, Costa et al. (1998a e 1998b) também encontraram que o pré-condicionamento por 6h/41°C apresentou caracterização precisa de injúria mecânica em sementes para cinco cultivares de soja analisadas.

Quanto à incidência da infestação de percevejos (Tabela 7), os valores médios dos 14 genótipos indicaram que os pré-condicionamentos por 4h/41°C e 6h/41°C conduziram à obtenção de bons resultados, na identificação de danos de percevejos nas sementes. O fato pode servir de alerta para técnicos, produtores e para a indústria de sementes, visando um

TABELA 6. Índice de dano mecânico [TZ (6-8)] obtido pelo teste de tetrazólio em sementes de 14 genótipos de soja, submetidas a três condições de pré-condicionamento. Embrapa Soja, Londrina, PR. 1999.

Condições de pré-condicionamento		TZ-Dano mecânico (6-8) (%)						
(°C)	(horas)	Genótipo						
		BR92-6568	BR92-7303	Emb. 58	Emb. 59	Emb. 60	Emb. 61	Emb. 62
41	4	3,1 a	2,4 a	1,8 a	4,8 a	4,3 a	3,3 a	6,4 a
41	6	1,5 b	2,3 a	1,3 a	3,3 b	3,3 a	4,3 a	1,6 b
25	16	0,6 b	2,5 a	0,9 a	3,9 ab	3,5 a	4,4 a	2,3 b
Média		1,7	2,4	1,3	4,0	3,7	4,0	3,4
		BRS 132	BRS 133	BRS 134	BRS 135	BRS 136	BRS 156	BRS 157
41	4	8,5 a	10,1 a	3,8 a	8,3 a	5,6 a	3,6 a	9,4 a
41	6	7,4 a	4,9 b	1,6 b	4,3 b	2,6 b	2,1 b	5,0 b
25	16	7,6 a	4,0 b	2,6 ab	4,1 b	2,9 b	1,4 b	5,0 b
Média		7,8	6,3	2,7	5,6	3,7	2,4	6,5

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5%. CV = 31,290%.

TABELA 7. Índice de danos causados por percevejos [TZ (6-8)] obtido pelo teste de tetrazólio em sementes de 14 genótipos de soja, submetidas a três condições de pré-condicionamento. Embrapa Soja, Londrina, PR. 1999.

Condições de pré-condicionamento		TZ-Dano de percevejo (6-8) (%)						
(°C)	(horas)	Genótipo						
		BR92-6568	BR92-7303	Emb. 58	Emb. 59	Emb. 60	Emb. 61	Emb. 62
41	4	1,0 a	1,0 a	0,5 a	0,1 a	0,4 a	0,9 a	1,0 a
41	6	0,5 a	0,1 a	0,6 a	0,1 a	0,1 a	0,3 a	0,4 a b
25	16	0,4 a	0,1 a	0,1 a	0,5 a	0,1 a	0,1 a	0,0 b
Média		0,6	0,4	0,4	0,2	0,2	0,4	0,5
		BRS 132	BRS 133	BRS 134	BRS 135	BRS 136	BRS 156	BRS 157
41	4	0,3 a	0,6 b	0,3 a	0,8 a	1,6 a	0,9 a	0,9 a
41	6	0,6 a	1,6 a	0,4 a	0,8 a	1,0 a	0,3 a	0,5 a
25	16	0,3 a	1,4 a b	0,0 a	0,4 a	1,1 a	0,5 a	0,4 a
Média		0,4	1,2	0,2	0,7	1,2	0,6	0,6

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5%. CV = 31,290%.

controle rigoroso do material produzido, especialmente nos estádios reprodutivos, fases de grande vulnerabilidade às lesões ocasionadas por picadas de percevejos, as quais podem afetar severamente tanto o rendimento, como a qualidade das sementes e dos grãos produzidos, conforme relato de Costa et al. (1998a).

CONCLUSÃO

Com base nos parâmetros estudados, verificou-se que a metodologia alternativa para o teste de tetrazólio, referente ao pré-condicionamento das sementes de soja pelo período de seis horas à temperatura de 41°C, pode ser utilizada com sucesso nos programas de controle de qualidade.

AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa foi conduzida na Embrapa Soja, localizada em Londrina, PR, e contou com o apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.
- BULAT, H. Reduction processes in living tissue, formazan, tetrazolium salts and their importance as reduction-oxidation indicators in resting seed. **Proceedings of the International Seed Testing Association**, Copenhagen, v.26, p.686-696, 1961.
- BURCH, J.A. & DELOUCHE, J.C. Absorption of water by seed. **Proceedings of the Association of Official Seed Analysts**, East Lansing, v.49, p.142-150, 1959.
- COSTA, N.P. Metodologia alternativa para o teste de tetrazólio em sementes de soja. Piracicaba: ESALQ, 1992. 132p. (Tese Doutorado).
- COSTA, N.P.; FRANÇA-NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A. & OLIVEIRA, M.C.N. Efeito da temperatura e do período de imbibição de sementes de soja para o teste de tetrazólio. **Arquivo de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v.40, n.1, p.169-177, 1997.
- COSTA, N.P.; FRANÇA-NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C. & HENNING, A.A. Avaliação da metodologia alternativa para o teste de tetrazólio para sementes de soja. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.55, n.2, p.305-312, 1998a.
- COSTA, N.P.; FRANÇA-NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A. & OLIVEIRA, M.C.N. Procedimento alternativo no teste de tetrazólio em sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.6, p.869-877, 1998b.
- COSTA, N.P. & MARCOS-FILHO, J. Alternative methodology for the tetrazolium test for soybean seed. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.22, n.1, p.9-17. 1994b.
- COSTA, N.P. & 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, 1994a.
- 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).
- FRANÇA-NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C. & COSTA, N.P. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D. & FRANÇA-NETO, J.B. (ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES-Comitê de Vigor de Sementes, 1999. p.8.5/1- 8.5/26.
- 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. (Documentos, 37).
- HSU, J.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.
- MCDONALD-JUNIOR, M.B.; VERTUCCI, C.W. & ROOS, E.E. Soybean seed imbibition: water absorption by seed parts. **Crop Science**, Madison, v.28, n.6, p.993-997, 1988.
- MOORE, R.P. Tetrazolium staining for assessing seed quality. In: HEYDECKER, W. (ed.). **Seed ecology**. London: Butterworth, 1973. p.347-366.
- SMITH, F.G. The mechanism of the tetrazolium reaction in corn embryos. **Plant Physiology**, Bethesda, v.27, n.3, p.445-456, 1952.
- VEIGA, A.S. Efeito dos diferentes tempos de imbibição na determinação da viabilidade de sementes de soja pelo teste de tetrazólio. Piracicaba: ESALQ/USP, 1988. 12p.
- VERTUCCI, C.W. & LEOPOLD, C. Dynamics of imbibition by soybean embryos. **Plant Physiology**, Bethesda, v.72, n.1, p.190-193, 1983.
- 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.

