

AValiação DO VIGOR DE SEMENTES DE TRIGO PELOS TESTES DE ENVELHECIMENTO ACELERADO E DE FRIO¹

SHEILAFANAN², PRISCILAFRATINMEDINA³, TRICIA COSTALIMA⁴, JULIO MARCOS FILHO⁵

RESUMO – A pesquisa teve como objetivo estudar a eficiência de diferentes procedimentos para a condução dos testes de envelhecimento acelerado e de frio, visando à determinação do vigor de sementes de trigo (*Triticum aestivum* L.). Utilizando-se as cultivares IAC-350 e IAC-370, cada uma representada por cinco lotes com germinação inicial superior a 90%, conduziram-se testes de frio com e sem “terra” e de envelhecimento acelerado (tradicional e com solução salina). Comparando-se os resultados desses testes com os resultados obtidos em testes de germinação desses mesmos lotes, após o armazenamento por 19 meses em ambiente não controlado, concluiu-se que ambos os procedimentos empregados para o teste de envelhecimento acelerado, a 43°C durante 48h, foram eficientes para avaliar o vigor de sementes de trigo. O teste de frio, conduzido de acordo com o mesmo procedimento desenvolvido para sementes de milho, não apresenta sensibilidade suficiente para detectar diferenças consistentes no vigor de lotes de sementes de trigo.

Termos para indexação: *Triticum aestivum*, análise, potencial fisiológico.

EVALUATION OF WHEAT SEED VIGOR BY THE ACCELERATED AGING AND COLD TESTS

ABSTRACT – This research was performed to study procedures for the accelerated aging and cold tests and to verify the efficiency of these tests to evaluate wheat (*Triticum aestivum* L.) seed vigor. Cold tests, with and without soil, and accelerated aging (traditional and saturated salt) were carried out, in wheat seeds ‘IAC-350’ and ‘IAC-370’, each represented by five seed lots of high germination (> 90%). Results were compared with germination tests carried out after storage under laboratory conditions. It was concluded that both procedures of the accelerated aging, at 43°C/48h, were efficient to evaluate wheat seed vigor. The cold test, performed as the procedure developed for maize seeds, did not consistently detect differences in wheat seed vigor.

Index terms: *Triticum aestivum*, seed analysis, physiological potential.

INTRODUÇÃO

O Brasil possui grande potencial para a produção de trigo. O clima favorável, as condições de solo, os trabalhos de melhoramento genético justificam o desenvolvimento de tecnologia para o cultivo de 10 milhões de hectares destinados a essa gramínea. Segundo Nakamae (2004), a triticultura brasileira poderá produzir 11,2 milhões de toneladas de grãos em 2005.

Dentre os aspectos que merecem atenção especial para permitir o melhor aproveitamento do potencial produtivo do trigo, destaca-se a utilização de sementes de alta qualidade, principalmente quanto aos componentes genético e fisiológico. No entanto, ainda são escassos os estudos direcionados à avaliação do potencial fisiológico de sementes de trigo.

Um dos testes mais utilizados com esta finalidade é o de envelhecimento acelerado (Ferguson-Spears, 1995), indicado para determinar o potencial de armazenamento das sementes.

¹ Submetido em 02/03/2005. Aceito para publicação em 01/09/2005;

² Estudante de Agronomia, USP-ESALQ; sheilafanan@yahoo.com.br;

³ Eng. Agrônoma, Dr., Pesquisador, Instituto Agrônomo (IAC); Caixa Postal 28, CEP: 13001-970. Campinas, SP; pfmolina@iac.sp.gov.br;

⁴ Eng. Agrônoma., pós-graduanda do Instituto Agrônomo (IAC); tclima7@hotmail.com;

⁵ Eng. Agrônomo, Dr., Professor Titular, Departamento de Produção Vegetal, USP/ESALQ, Caixa Postal 9, CEP: 13418-900. Piracicaba-SP; jmarcos@esalq.usp.br. Bolsista do CNPq.

Dentre os fatores que afetam o comportamento das sementes submetidas ao teste, a interação temperatura/período de exposição é um dos mais importantes. No entanto, poucos trabalhos foram conduzidos para verificar a eficiência desse teste em sementes de trigo. Por exemplo, Modarresi et al. (2002) indicaram 43°C durante 72 horas ou 45°C por 72 horas, enquanto Lima e Medina (2003) constataram que 43°C durante 48 horas diferenciou níveis de vigor de lotes de sementes de 'IAC-350' e de 'IAC-370'.

Outro fator que afeta os resultados do teste de envelhecimento acelerado é a velocidade e intensidade de absorção de água pelas sementes, originando variações acentuadas no grau de umidade ao final do teste. Assim, para várias olerícolas e outras espécies com sementes relativamente pequenas, o envelhecimento acelerado pode apresentar limitações quanto à confiabilidade dos resultados. Para contornar esse problema, foi sugerida por Jianhua e McDonald (1997) a exposição das sementes a soluções saturadas de sais, em substituição à água, durante a realização do teste, reduzindo a umidade relativa do ambiente no interior dos compartimentos individuais e, conseqüentemente, retardando e uniformizando a absorção de água pelas sementes. Como as sementes de trigo são relativamente pequenas (25 sementes por grama, conforme Brasil, 1992), com massa média comparável à de sementes de melão, considera-se que este procedimento possa ser adequado às sementes de trigo da mesma forma que se mostrou para as de melão (Torres e Marcos Filho, 2003). Ao mesmo tempo, há necessidade de verificar até que ponto o estresse durante esse teste é determinado pela combinação temperatura e umidade relativa elevadas ou se o efeito mais relevante é promovido pela temperatura.

O teste de frio é amplamente utilizado para a determinação do vigor de sementes de milho, avaliando a habilidade das sementes germinarem quando expostas ao solo com baixa temperatura e alta umidade e à ocorrência de fungos (Cicero et al., 1999). Um dos efeitos principais da baixa temperatura é dificultar a reorganização das membranas celulares durante a embebição, tornando mais lentos tanto esse processo como o de germinação (Burriss e Navratil, 1979). Nessas condições, as possibilidades de sobrevivência das sementes vigorosas são maiores.

De um modo geral, os programas de controle de qualidade de sementes de milho incluem o teste de frio. Os resultados deste teste têm permitido a identificação de lotes com diferentes níveis de vigor (Molina et al., 1987; Medina e Marcos Filho, 1990; Wilson e Trawatha, 1991). Loeffler et al. (1985) sugeriram a utilização de rolos de papel toalha sem

terra, demonstrando a possibilidade de detectar, com a sensibilidade necessária, os efeitos de danos causados pela secagem de sementes de milho, além de proporcionar maior reprodutibilidade de resultados, devido ao controle mais eficiente das variáveis, quando comparado ao procedimento com utilização de terra.

A maioria das pesquisas sugere, para milho, a condução do teste em câmara fria, a 10°C, durante sete dias; posteriormente, é conduzida a germinação por mais sete dias em câmaras ajustadas para 25°C ou a temperatura ambiente (dependendo da região e da época do ano), conforme destacaram Cicero et al. (1999). No procedimento que inclui o uso de terra, a quantidade de água adicionada ao substrato está relacionada com o tipo de solo; normalmente o ajuste é realizado para 70% da capacidade de retenção de água, mas quando se utilizam solos muito argilosos, é reduzida para 60% (Barros et al., 1999).

Considerando que a pesquisa ainda não destaca procedimentos padronizados para determinar o vigor de sementes de trigo, esse trabalho teve como objetivo verificar a sensibilidade dos testes de envelhecimento acelerado e de frio para identificar diferenças entre níveis de vigor de lotes de sementes dessa espécie.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Análise de Sementes, do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo (IAC) em Campinas-SP, durante o período de março de 2003 a novembro de 2004, utilizando-se sementes de trigo (*Triticum aestivum* L.) 'IAC-350' e 'IAC-370', cada uma representada por cinco lotes com germinação superior a 90%.

As sementes de cada lote foram subdivididas em quatro repetições de 2.500g, acondicionadas em recipientes plásticos (23x17x17cm) tampados, vedados e armazenadas em câmara fria, a 5°C, durante todo o período experimental, visando minimizar a intensidade de deterioração. Paralelamente, amostras de 200g de cada repetição foram armazenadas em ambiente não controlado, em laboratório, para a obtenção de lotes com diferentes graus de deterioração. Para controlar a infestação por insetos, as sementes foram armazenadas em vidros fechados com tecido de voal, sob tampa plástica perfurada para permitir o equilíbrio do teor de água das sementes com a umidade relativa do ar.

Em junho e em setembro de 2004, após 16 e 19 meses de armazenamento, respectivamente, as sementes de todos os lotes, armazenadas em câmara fria e em ambiente não

controlado, foram submetidas ao teste de germinação, com duas amostras de 50 sementes por repetição, em rolos de papel toalha Germitest, a 20°C constantes. A interpretação do teste foi realizada aos quatro e aos oito dias após a semeadura, computando-se as porcentagens de plântulas normais, de acordo com as recomendações das Regras para Análise de Sementes – RAS (Brasil, 1992).

Em seguida, as sementes armazenadas durante 16 meses em câmara fria foram submetidas às seguintes determinações:

Grau de umidade – determinado pelo método da estufa, a 105±3°C, por 24 horas, em amostras de 5g para cada repetição, segundo as instruções das Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992).

Envelhecimento acelerado (procedimento tradicional) - realizado com quatro repetições por lote, em caixas plásticas (11x11x3,5cm) como compartimento individual (mini-câmaras), possuindo em seu interior uma bandeja de tela metálica, onde foram distribuídas aproximadamente nove gramas de sementes, de maneira a formarem camada simples. Foram adicionados 40mL de água ao fundo de cada caixa e estas foram tampadas, obtendo-se assim cerca de 100% de UR em seu interior; essas caixas, assim preparadas, foram mantidas a 43 ou 45°C, durante 48 horas. Em seguida, duas amostras de 50 sementes de cada lote foram submetidas ao teste de germinação conforme já descrito. A contagem foi realizada aos quatro dias após a semeadura e, os resultados, expressos em porcentagem média de plântulas normais.

O teor de água das sementes foi determinado antes e após o envelhecimento acelerado, da maneira já descrita, para verificar a precisão da metodologia.

Envelhecimento acelerado (solução saturada de sal) - conduzido da mesma maneira descrita para o teste tradicional, com exceção de terem sido adicionados ao fundo da caixa plástica 40mL de solução saturada de NaCl, em substituição à água, estabelecendo-se ambiente com 76% de umidade relativa do ar (Jianhua e McDonald, 1997).

Teste de frio sem “terra”- foram distribuídas duas amostras de 50 sementes de cada uma das quatro repetições por lote, entre folhas de papel-toalha. A quantidade de água no substrato foi correspondente a 2,5 vezes a sua massa. Preparados os rolos, estes foram colocados no interior de caixas plásticas vedadas com fita crepe (para reduzir a evaporação) e transferidas para câmara fria a 5°C ou a 10°C por 7 dias. Após esse período de resfriamento, computou-se a porcentagem de sementes que já apresentavam o início da protrusão da raiz primária e, em seguida, foi conduzida a

germinação, da mesma maneira relatada anteriormente a 20°C constantes.

Teste de frio com “terra”: em bandejas plásticas de 37õ22õ8cm (bandeja 1) ou 38õ24õ7cm (bandeja 2), distribuíram-se duas amostras de 50 sementes de cada uma das quatro repetições por lote, sobre uma camada de 1cm de terra peneirada, coletada em área recém cultivada com trigo; em seguida, as sementes foram cobertas com uma camada (1cm) do mesmo substrato, conforme metodologia descrita por Caseiro (1999). A disponibilidade de água do substrato foi ajustada para 70% da sua capacidade de retenção. Após a semeadura, as bandejas foram protegidas com saco plástico e, transferidas para câmara fria a 5°C ou a 10°C por 7 dias. Após este período de esfriamento, as bandejas foram transferidas para câmara de germinação regulada a 20°C em presença de luz, sendo as contagens realizadas aos 4 e 8 dias após a semeadura, determinando-se a porcentagem de plântulas normais.

O delineamento experimental empregado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições por lote. A análise estatística foi efetuada empregando-se o Programa de Análise Estatística – Sanest (Zonta e Machado, 1987), separadamente para cada cultivar e em esquema fatorial para os testes de envelhecimento acelerado (5 lotes x 4 tratamentos) e de frio com e sem “terra” (5 lotes x 2 tratamentos). Para comparação das médias utilizou-se o teste de Tukey ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, encontram-se os resultados referentes aos testes de germinação das sementes armazenadas em câmara fria (CF) e em ambiente não controlado (ANC). As sementes das duas cultivares, armazenadas em câmara fria, apresentavam germinação semelhante e superior ao mínimo estabelecido para a comercialização de sementes de trigo no Estado de São Paulo (80%). A utilização de lotes com estas características é essencial para o desenvolvimento de procedimentos para a condução de testes de vigor, procurando atender ao objetivo básico de identificação de diferenças no potencial fisiológico dos lotes com poder germinativo semelhante, conforme salientou Marcos Filho (1999).

A diferenciação do potencial de armazenamento dos lotes estudados foi identificada pelos resultados do teste de germinação com sementes armazenadas em ambiente não controlado por 16 meses, de modo que, para a cultivar IAC-370, este teste indicou que os lotes 4 e 5 eram os de pior desempenho, enquanto o lote 1 foi o superior aos demais.

TABELA 1. Percentagens médias obtidas para a germinação das sementes armazenadas durante 16 e 19 meses em câmara fria (CF) e em ambiente não controlado (ANC) de dez lotes de sementes de trigo, cultivares IAC-370 e IAC-350.

Cultivares · Lotes	Germinação				
	CF 16 meses	CF 19 meses	ANC 16 meses	ANC 19 meses	
IAC-370	1	94 a ¹	95 a	97 a	98 a
	2	96 a	94 a	93 ab	93 b
	3	94 a	93 a	88 bc	91 b
	4	94 a	95 a	82 c	77 c
	5	94 a	92 a	80 c	65 d
	C.V.(%)=3,3	C.V.(%)=4,0	C.V.(%)=4,8	C.V.(%)=4,0	
IAC-350	6	96 a	98 a	97 a	97 a
	7	96 a	97 a	95 ab	95 ab
	8	96 a	98 a	92 bc	90 b
	9	96 a	97 a	90 bc	80 c
	10	98 a	96 a	86 c	81 c
	C.V.(%)=4,3	C.V.(%)=3,8	C.V.(%)=3,7	C.V.(%)=3,8	

1. Comparação de médias dentro de cada coluna pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), separadamente para cada cultivar.

Aos 19 meses de armazenamento, a diferenciação dos lotes quanto à germinação foi ainda mais nítida, diferenciando o lote 5 do lote 4.

Para a cultivar IAC-350, os resultados desse mesmo teste, conduzido aos 16 meses de armazenamento, indicaram que o lote 10 era o de vigor mais baixo, o lote 6 o de maior vigor e os lotes 7, 8 e 9 os de vigor intermediário. Aos 19 meses, a diferenciação entre os lotes foi mais clara, de forma que o lote 9 foi classificado como de vigor mais baixo, juntamente com o lote 10.

O teste de envelhecimento acelerado pelo método tradicional (100% UR), tanto a 43°C como a 45°C (Tabela 2), proporcionou informações semelhantes às indicações do teste de germinação, conduzido após o armazenamento dos lotes em temperatura ambiente (Tabela 1), indicando, para a cultivar IAC-370, os lotes 4 e 5 como os de menor vigor e o lote 1 como de maior vigor. Apenas o lote 2 foi classificado entre os de maior vigor com o uso da temperatura de 43°C e entre os de vigor intermediário, a 45°C (Tabela 1). Para a cultivar IAC-350, tanto a 43°C quanto a 45°C, os lotes 8, 9 e 10 foram classificados como de menor vigor e os lotes 6 e 7 como os mais vigorosos.

Nota-se porém que, para ambas as cultivares, a condução do teste a 45°C, apesar de ter mantido a diferenciação entre lotes em níveis de vigor semelhantes à verificada no armazenamento e de ter diferenciando também o lote 1 do 2 pelo método tradicional, para a cultivar IAC 370, promoveu efeitos mais drásticos sobre a germinação do que a de 43°C;

isto também ocorreu quando os dados foram comparados com os de germinação durante o armazenamento em condições não controladas, por 19 meses (Tabela 1).

Na Tabela 2, encontram-se os resultados referentes aos testes de envelhecimento acelerado pelo método com solução salina (76% UR) a 43 e 45 °C. Verificou-se, para a cultivar IAC-370, que o uso de ambas as temperaturas não alterou a identificação dos lotes de potencial fisiológico mais baixo (lotes 4 e 5), em comparação, ao comportamento das sementes durante o armazenamento (Tabela 1) e aos resultados do teste de envelhecimento acelerado, empregando-se o método tradicional (Tabela 2).

Na temperatura de 43°C, para a cultivar IAC-370, o lote 2 foi classificado como de maior potencial fisiológico, de maneira semelhante à ocorrida após o armazenamento durante 16 meses (Tabela 1). Ainda para a cultivar IAC-370, o teste conduzido a 45°C com solução salina exibiu menor sensibilidade e eficiência para a classificação de lotes em diferentes níveis de vigor. O lote 3 que havia sido identificado, em outros testes e durante o armazenamento, como de potencial fisiológico intermediário, foi incluído entre os de maior potencial fisiológico. Os lotes 1 e 2 foram classificados de forma semelhante à ocorrida após o armazenamento por 16 meses e ao envelhecimento acelerado pelo método tradicional. Para a cultivar IAC-350, a diferenciação dos lotes, para ambas as temperaturas, foi a mesma constatada no teste de envelhecimento acelerado tradicional.

A análise comparativa com os dados referentes às

TABELA 2. Percentagens médias de plântulas normais obtidas no teste de envelhecimento acelerado tradicional (100% UR) e com solução salina (76% UR), a 43 e 45°C/48h, de dez lotes de sementes de trigo, cultivares IAC-370 e IAC-350.

Cultivares	Lotes	100% UR		76% UR	
		43°C	45°C	43°C	45°C
IAC-370	1	94 a*	82 a	90 ab	92 a
	2	91 a	69 b	93 a	87 a
	3	67 b	71 b	85 b	88 a
	4	45 c	22 c	62 c	53 b
	5	50 c	17 c	65 c	59 b
C.V. (%) = 6,1					
IAC-350	6	92 a	74 a	90 a	90 a
	7	85 a	71 a	88 a	88 a
	8	72 b	50 b	82 b	81 b
	9	64 b	51 b	87 b	86 b
	10	64 b	51 b	81 b	77 b
C.V. (%) = 7,1					

* Comparação de médias dentro de cada coluna pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), separadamente para cada cultivar.

sementes armazenadas em ambiente não controlado indicou, de uma maneira geral, que os dois procedimentos usados para o teste de envelhecimento acelerado foram eficientes para identificar os lotes com diferenças acentuadas no potencial fisiológico das sementes. Assim, pode-se afirmar com segurança, que os lotes 4 e 5 da cultivar IAC-370 foram os menos vigorosos, enquanto para 'IAC-350' os lotes 6 e 10 foram, respectivamente, o mais e o menos vigoroso; os demais apresentaram vigor intermediário, ocupando posições diferentes de acordo com o teste realizado. Realmente, a identificação de lotes de vigor intermediário pode sofrer variações em função da metodologia adotada, principalmente quando se tratam de lotes com diferenças pouco acentuadas de germinação (Kulik e Yaklich, 1982; Marcos Filho et al., 1984).

Vale ressaltar que, o grau de umidade inicial das sementes (Tabela 3) foi semelhante para os cinco lotes de cada cultivar. Este fato é importante, considerando-se que a uniformização do teor de água das sementes é imprescindível para a padronização das avaliações e obtenção de resultados consistentes (Marcos Filho et al., 1987; Marcos Filho, 1999). Após o período de envelhecimento acelerado tradicional, os valores variaram entre 0,1 e 2,6 pontos percentuais entre lotes da mesma cultivar, dependendo da temperatura utilizada (Tabela 3). No entanto, as sementes expostas à solução saturada de NaCl (76% UR) (Tabela 3) apresentaram graus de umidade menores e mais uniformes (diferenças de até 0,5

TABELA 3. Graus de umidade (%) inicial e obtidos após cada condição de envelhecimento acelerado de dez lotes de sementes de trigo, cultivares IAC-370 e IAC-350.

Cultivares	Lotes	Inicial	100% UR		76% UR	
			43°C	45°C	43°C	45°C
IAC-370	1	12,6	28,0	25,4	12,5	12,4
	2	12,0	27,0	26,8	12,2	12,0
	3	12,2	29,3	26,1	12,2	12,2
	4	12,4	27,9	27,6	12,2	12,4
	5	12,5	27,3	28,0	12,3	12,5
IAC-350	6	12,4	26,6	29,6	12,4	12,8
	7	12,4	27,4	27,7	12,4	12,6
	8	12,6	26,4	29,8	12,2	12,7
	9	12,6	27,5	27,9	12,2	12,7
	10	12,5	26,0	30,2	12,2	12,8

entre lotes da mesma cultivar, dependendo da temperatura), após o período de envelhecimento. Isto indica que o uso de solução salina contribuiu para retardar e uniformizar a absorção de água pelas sementes no teste de envelhecimento acelerado.

Partindo do princípio que a velocidade de deterioração aumenta com a elevação tanto do grau da umidade das sementes quanto da temperatura, considera-se que, nesse caso, a temperatura foi o fator predominante para a deterioração das sementes, pois o grau de umidade inicial praticamente não foi alterado durante o teste (Tabela 3). Embora a deterioração fosse menos intensa, houve diferenciação dos lotes quanto ao vigor (Tabela 2).

Apesar das diferenças quanto à quantidade de água absorvida ao final do teste, de modo geral, o envelhecimento acelerado a 43°C durante 48 horas, conduzido pelo método tradicional ou com solução salina, mostrou tendências semelhantes na ordenação dos lotes em níveis de vigor, revelando resultados compatíveis com os do teste de germinação das sementes armazenadas em ambiente não controlado. Esta observação concorda com as efetuadas por outros autores, como Lima e Medina (2003) para a avaliação do vigor de sementes de trigo.

No teste de frio sem "terra" (Tabela 4) após o período de sete dias de exposição a 5°C, a maioria das sementes já apresentava o início da protrusão da raiz primária; os resultados dessa avaliação refletiram o potencial fisiológico das sementes, indicando para a cultivar IAC-370, os lotes 3 e 5 como de vigor inferior e o lote 1 como de vigor superior. Para a cultivar IAC-350, no teste conduzido a 5°C, os lotes 9 e 10 foram classificados como os de vigor mais baixo e o lote 6 como o de maior vigor.

Verificou-se, para ambas as cultivares, que a avaliação

TABELA 4. Dados médios (%) obtidos para o teste de frio sem “terra”, de dez lotes de sementes de trigo, cultivares IAC-370 e IAC-350, após o período de sete dias em câmara fria, a 5 e 10°C.

Cultivares	Lotes	Temperaturas	
		5°C ¹	10°C ²
IAC-370	1	96 a*	90 a
	2	91 b	92 a
	3	80 c	89 a
	4	85 bc	92 a
	5	83 c	90 a
		C.V. (%) = 3,8	
IAC-350	6	96 a	91 a
	7	92 ab	90 a
	8	89 bc	94 a
	9	83 c	93 a
	10	85 c	96 a
		C.V. (%) = 4,4	

¹ Plântulas com início da protrusão da raiz primária

² Plântulas com comprimento entre 36,8mm e 108,1mm

* Comparação de médias dentro de cada coluna pelo teste de Tukey (p<0,05), separadamente para cada cultivar.

da percentagem de sementes que apresentaram início visível da germinação logo após a exposição a 5°C proporcionou a diferenciação dos lotes de forma semelhante à identificada pelo teste de germinação dos lotes armazenados a temperatura ambiente (Tabela 1); também foi eficiente na identificação dos lotes que ocupavam posições extremas, coincidindo com os resultados de todos os procedimentos utilizados para o teste de envelhecimento acelerado (Tabela 2).

As sementes também germinaram durante os sete dias de exposição a 10°C, no teste de frio sem “terra”, de forma que logo após terem sido retiradas da câmara fria, as plântulas apresentaram comprimento médio entre 36,8mm e 108,1mm (Tabela 4). No entanto, a avaliação da percentagem de sementes germinadas nessa ocasião, não revelou diferenças estatísticas entre os lotes de ambas as cultivares.

Os resultados do teste de frio sem e com “terra” a 5°C e a 10°C, obtidos após a permanência das sementes por 8 dias a 20°C, são apresentados na Tabela 5. Verificou-se, para ambas as cultivares, que o teste de frio sem “terra” conduzido a 5°C não acusou diferença estatística entre os lotes. Já o mesmo teste conduzido a 10°C separou os lotes em diferentes níveis de vigor somente para a cultivar IAC-350, indicando os lotes 6, 7, 8 e 10 como os de menor vigor e o lote 9 como o de maior vigor. Os resultados desse teste não coincidiram com a diferenciação dos lotes obtida no teste de germinação conduzido durante o envelhecimento natural (sementes armazenadas em

TABELA 5. Dados médios (%) de germinação obtidos para o teste de frio sem e com “terra”, às temperaturas de 5 e 10°C, de dez lotes de sementes de trigo, cultivares IAC-370 e IAC-350, após o período de oito dias em condições controladas de temperatura (20°C) e luz.

Cultivares	Lotes	Sem “terra”		Com “terra”	
		5°C	10°C	5°C	10°C
IAC-370	1	95 a*	90 a	98 a	94 a
	2	96 a	94 a	96 a	96 a
	3	93 a	92 a	90 a	95 a
	4	93 a	95 a	97 a	97 a
	5	94 a	93 a	97 a	92 a
		C.V. (%) = 4,0		C.V. (%) = 6,1	
IAC-350	6	90 a	93 b	96 a	94 a
	7	94 a	94 b	94 a	97 a
	8	92 a	96 ab	99 a	95 a
	9	95 a	98 a	99 a	97 a
	10	93 a	96 ab	98 a	95 a
		C.V. (%) = 4,0		C.V. (%) = 5,1	

* Comparação de médias dentro de cada coluna pelo teste de Tukey (p<0,05), separadamente para cada cultivar.

ambiente não controlado) nem com a revelada pelos dois procedimentos do teste de envelhecimento acelerado. Ainda na Tabela 5, verifica-se que, para ambas as cultivares, o teste de frio com “terra” conduzido tanto a 5°C quanto a 10°C, não acusou diferenças significativas entre os lotes.

Desta forma, o teste de frio foi eficiente para classificar os lotes em diferentes níveis de vigor apenas na avaliação das sementes com início visível da germinação, efetuada imediatamente após terem sido retiradas da câmara a 5°C (Tabela 4). Este fato demonstra que o teste, na forma em que foi desenvolvido para avaliar o vigor de sementes de milho (Cicero et al., 1999) não demonstrou sensibilidade suficiente para avaliar o vigor de sementes de trigo, uma vez que as percentagens de germinação obtidas ao final do teste apresentaram valores numéricos elevados, semelhantes ou superiores aos verificados no teste de germinação das sementes armazenadas em câmara fria (Tabela 1).

Isto ocorreu, provavelmente, porque as temperaturas mínimas de germinação de sementes de trigo (3 a 5°C) são inferiores às toleradas por sementes de milho (8 a 10°C), conforme destacou Popinigis (1985). Portanto, nesta pesquisa, considerou-se que o teste de frio (sem e com “terra”), na forma como foi desenvolvido para milho, não foi eficiente para avaliar o vigor de sementes de trigo, cultivares IAC-350 e IAC-370.

As informações obtidas neste trabalho confirmaram a

eficiência do teste de envelhecimento acelerado para avaliar o vigor de sementes de trigo e forneceram subsídios à sua padronização, consolidando a utilização deste teste em programas de controle de qualidade, decisões no processo de produção e utilização de sementes dessa cultura, incluindo seleção de lotes para comercialização, avaliação do potencial de armazenamento e também em programas de melhoramento genético.

CONCLUSÕES

O teste de envelhecimento acelerado, a 43°C durante 48 horas, conduzido tanto pelo método tradicional quanto com o uso de solução saturada de NaCl, é adequado para a avaliação do vigor de sementes de trigo.

O teste de frio (sem e com “terra”), conduzido a 5°C ou a 10°C, não constitui opção eficiente para avaliação do vigor de sementes de trigo.

REFERÊNCIAS

- BARROS, A.S.R.; DIAS, M.C.L.L.; CICERO, S.M.; KRZYZANOWSKI, F.C. Testes de frio. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J. DE B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap 5. p.1-15.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.
- BURRIS, J.S.; NAVRATIL, R.J. Relationship between laboratory cold test methods and field emergency in maize inbreds. **Agronomy Journal**, Madison, v.71, n.6, p.985-988, 1979.
- CASEIRO, R.F. **Procedimentos para condução do teste de frio visando a avaliação do vigor de sementes de milho**. 1999. 88f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.
- FERGUSON-SPEARS, J. An introduction to seed vigour testing. In: VENTER, H.A. VAN DE (Ed.). **Seed vigour testing seminar**. Zürich: ISTA, 1995. p.1-10.
- JIANHUA, Z.; McDONALD, M.B. The saturated salt accelerated aging test for small-seeded crops. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.25, n.1, p.123-131, 1997.
- KULIK, M.M.; YAKLICH, R.W. Evaluation for vigor testes 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.776-770, 1982.
- LIMA, T.C.; MEDINA, P.F. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de trigo (*Triticum aestivum* L.) pelo teste de envelhecimento acelerado. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Campinas, v.15, p.234, 2003. Suplemento
- LOEFFLER, N.L.; MEIER, J.L.; BURRIS, J.S. Comparison of two cold test procedures for use in maize drying studies. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.13, n.3, p.653-658, 1985.
- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999b. cap.3, p.1-24.
- MARCOS FILHO, J.; CICERO, S.M.; SILVA, W.R. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230p.
- MARCOS FILHO, J.; CHAMA, H.M.C.P.; KOMATSU, Y.H.; DEMÉTRIO, C.G.B.; FANCELLI, A.L. Testes para avaliação do vigor de sementes de soja e suas relações com a emergência das plântulas em campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, n.5, p.605-613, 1984.
- MEDINA, P.F.; MARCOS FILHO, J. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho (*Zea mays* L.). **Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**, Piracicaba, v.47, n.1, p.47-70, 1990.
- MODARRESI, R.; RUCKER, M.; TEKRONY, D.M. Accelerating ageing test for comparing wheat seed vigour. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.30, n.3, p.683-687, 2002.
- MOLINA, J.C.; IRIGON, D.L.; ZONTA, E.P. Comparação entre metodologias do teste de frio na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho (*Zea mays* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.9, n.3, p.77-85, 1987.
- NAKAMAE, I.J. **Renovam-se as esperanças da retomada**. **AGRIANUAL**, 2004. p.479-480.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília, s.ed., 1985. 289p.
- TORRES, S.B.; MARCOS FILHO, J. **Envelhecimento acelerado em sementes de melão**. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.60, n.1, p.77-82, 2003.
- WILSON JR, D.O.; TRAWATHA, E.S. Physiological maturity and vigor in production of “Florida Staysweet” shrunken-2 sweet corn seed. **Crop Science**, Madison, v.31, n.6, p.1640-1647, 1991.
- ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A. **Sistema de análise estatística para microcomputadores – SANEST**. Pelotas: UFPel, 1987.

