

AVALIAÇÃO DO VIGOR DE SEMENTES DE TRIGO PELO TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO¹

TRICIA COSTA LIMA², PRISCILA FRATIN MEDINA³, SHEILA FANAN⁴

RESUMO - Com o objetivo de aperfeiçoar a metodologia do teste de envelhecimento acelerado para determinar o vigor de sementes de trigo (*Triticum aestivum* L.), avaliaram-se combinações de quatro temperaturas (35, 38, 41 e 43°C) e três períodos de exposição (48, 72 e 96 horas), utilizando as cultivares 'IAC-350' e 'IAC-370', cada uma representada por seis lotes, todos com germinação inicial superior a 90%. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial, com quatro repetições. Os resultados obtidos no teste de envelhecimento acelerado foram comparados com os obtidos nos testes de emergência de plântulas em campo, conduzidos na época recomendada para a semeadura do trigo no Estado de São Paulo e de germinação após o armazenamento das sementes em condições normais de ambiente durante 16 meses. Com base nestas comparações, concluiu-se que o envelhecimento acelerado a 43°C por 48 horas promoveu a melhor diferenciação dos lotes de sementes de trigo quanto ao potencial fisiológico.

Termos para indexação: *Triticum aestivum*, potencial fisiológico, estresse ambiental.

VIGOR EVALUATION OF WHEAT SEEDS USING THE ACCELERATED AGING TEST

ABSTRACT – With the objective of improving the accelerated aging test procedures for wheat (*Triticum aestivum* L.) seeds, four aging temperatures (35, 38, 41 and 43°C) and three aging periods (48, 72 and 96 hours) were combined to evaluate six seed lots of the IAC-350 cultivar and six seed lots of the IAC-370 cultivar. All the lots possessed initial germination percentages over 90%. Accelerated aging tests were carried out using a complete randomized block design in a factorial scheme. The accelerated aging tests results were compared with seedling emergence tests results, obtained in the field, at the time of growing wheat in São Paulo State, Brazil, and with a germination test result, obtained after storing the seed lots for 16 months, under ambient conditions. Based on this comparison, it was concluded that the accelerated aging carried out at 43°C for 48 hours provided better separation of wheat seed lots, with respect to their physiological potential.

Index terms: *Triticum aestivum*, physiological potential, environment stress.

INTRODUÇÃO

No Brasil, há interesse sócio-econômico em aumentar a produção de trigo, além do atendimento à demanda nacional, seu cultivo enriquece o solo e fornece palhada para as culturas de verão, como soja e milho. Porém, todos os esforços no sentido de aumentar a produtividade da cultura, como melhoramento genético e uso de práticas culturais mais eficientes, poderão ser frustrados se o desempenho das

sementes for fator limitante no processo produtivo. Sabe-se que o uso de sementes de elevado potencial fisiológico permite obter estandes que garantam o estabelecimento de bases para uma lavoura produtiva.

O potencial fisiológico dos lotes de sementes é rotineiramente avaliado pelo teste de germinação, conduzido sob condições altamente favoráveis de temperatura, umidade e substrato, permitindo a expressão máxima do potencial de germinação.

¹ Submetido em 19/11/2004. Aceito para publicação em 06/06/2005; parte da Dissertação de Mestrado a ser defendida pelo primeiro autor;

² Estudante de Mestrado do Instituto Agrônomo (IAC); Cx. Postal 28, CEP: 13001-970, Campinas-SP, tclima7@hotmail.com;

³ Engº Agrº, Dr., Pesquisador, Instituto Agrônomo (IAC); Cx. Postal 28, CEP: 13001-970, Campinas-SP, pfmedina@iac.sp.gov.br;

⁴ Estudante de Agronomia, USP-ESALQ, Caixa Postal 9, 13418-900, Piracicaba-SP, sheilafanan@yahoo.com.br.

Os resultados desse teste apresentam confiabilidade para analistas e produtores de sementes, sob o aspecto de reprodutibilidade dos resultados; no entanto, pode ser pouco eficiente para estimar o desempenho dos lotes no campo, onde os resultados de emergência das plântulas podem não corresponder aos obtidos no teste de germinação em laboratório (Marcos Filho, 1999b). Por isso, empresas produtoras de sementes têm empregado métodos que permitam identificar diferenças no desempenho de lotes com alta porcentagem de germinação, como ferramenta auxiliar em seus programas de controle de qualidade e nas decisões sobre os destinos dos lotes de sementes.

O teste de envelhecimento acelerado já está relativamente padronizado para avaliar o vigor de sementes de soja e milho. É reconhecido como um dos mais populares para avaliação do vigor de sementes de várias espécies, sendo capaz de proporcionar informações com alto grau de consistência (TeKrony, 1995). Tem como princípio a aceleração artificial da taxa de deterioração das sementes através da exposição a níveis elevados de temperatura e umidade relativa do ar, considerados os fatores ambientais preponderantes na intensidade e velocidade de deterioração. Nessa situação, sementes de menor qualidade deterioram-se mais rapidamente do que as mais vigorosas, apresentando queda mais acentuada de viabilidade, permitindo distinguir lotes com maior ou menor probabilidade de apresentar bom desempenho após a semeadura no campo e/ou durante o armazenamento.

No entanto, os estudos de testes de vigor para sementes de trigo se concentraram na avaliação do crescimento de plântulas e em testes bioquímicos (Heslehurst, 1988; Ram e Wiesner, 1988; Steiner et al., 1989; Van de Venter e Grabe, 1989; Sur e Basu, 1990); menor atenção tem sido dirigida para testes que envolvem algum tipo de estresse (Tomer e Maguire, 1990).

Hampton e TeKrony (1995) e a Association of Official Seed Analysts (1983) recomendaram realizar o teste de envelhecimento acelerado em sementes de trigo, a 41°C durante 72 horas. Porém, Modarresi et al. (2002) observaram que, utilizando essa combinação, o teste não diferenciou adequadamente os níveis de vigor, tendo sido mais eficiente quando realizado a 43°C/72 horas ou 45°C/72 horas. Entretanto, para recomendações mais seguras visando a condução desse teste, os autores citados sugeriram a continuidade da pesquisa, utilizando-se outras cultivares de trigo e relacionando-se os resultados obtidos no teste de envelhecimento acelerado com a emergência de plântulas em campo, em diferentes condições de solo.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo estudar a metodologia do teste de envelhecimento acelerado, visando torná-lo mais eficiente para diferenciar lotes de sementes de trigo quanto ao potencial fisiológico.

MATERIALE MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes do Instituto Agrônomo (IAC), Campinas-SP, durante os anos de 2003 e 2004, empregando-se sementes de trigo (*Triticum aestivum* L.), 'IAC-350' e 'IAC-370', cada uma representada por seis lotes com germinação superior a 90%.

Em março de 2003, as sementes de cada lote, com teor de água próximo de 12%, foram homogeneizadas, divididas em quatro repetições de 2.500 g e armazenadas em potes de plástico rígido (17x17x23cm), tampados, vedados com fita crepe e mantidos em câmara fria regulada a 5°C.

Para avaliar o desempenho dos lotes quanto ao potencial fisiológico, conduziram-se os seguintes testes:

Germinação: realizado em intervalos trimestrais, com quatro repetições de 50 sementes, distribuídas em rolos de papel toalha germitest, a 20°C constantes. O volume de água para embebição foi 2,5 vezes a massa do substrato. As avaliações foram realizadas aos quatro e oito dias após a semeadura, de acordo com as recomendações das Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992);

Teor de água: conduzido com 5g de sementes por repetição, em intervalos trimestrais, pelo método da estufa, a 105°C por 24 horas, segundo as instruções das Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992).

Emergência de plântulas em campo: conduzido na época recomendada para a semeadura, em abril/maio de 2003 e março/abril de 2004, em blocos ao acaso, com 50 sementes por repetição; esta era constituída por um sulco com 1m de comprimento, onde foram distribuídas as sementes a 7cm de profundidade e cobertas com uma camada de 2cm de terra. O espaçamento entre sulcos foi de 40cm. A contagem do número de plântulas emersas foi efetuada aos quinze dias após a semeadura. O desempenho dos lotes observado neste teste serviu como base para a escolha das condições de exposição ao envelhecimento acelerado mais adequadas para estimar, de forma comparativa entre lotes, o potencial de emergência de plântulas em campo.

Paralelamente ao armazenamento em câmara fria, visando obter a diferenciação dos lotes estudados quanto ao potencial de armazenamento, amostras de 200g de sementes de cada

repetição foram armazenadas em condições normais de ambiente, em recipientes de vidro vedados com tecido de voal, sob tampa plástica rosqueada e perfurada para permitir o equilíbrio do teor de água das sementes com a umidade relativa do ar e a temperatura do ambiente de armazenamento. Em intervalos trimestrais, cinquenta sementes de cada repetição foram submetidas ao teste de germinação (como descrito no item a), à determinação do teor de água (como no item b) e ao teste de emergência de plântulas (como descrito no item c, porém apenas em março/abril de 2004), a fim de se obter o desempenho comparativo dos lotes em campo após o armazenamento.

Na primeira etapa de avaliação do teste de envelhecimento acelerado foram avaliadas diferentes combinações de temperaturas e períodos de exposição às condições do teste. Para tanto, uma camada única de sementes de cada repetição armazenada em câmara fria foi colocada sobre uma tela metálica, acoplada em caixa plástica tipo gerbox, contendo 40 ml de água (McDonald e Phannendranath, 1978; Tao, 1979). As caixas tampadas foram mantidas no interior de câmaras tipo BOD, a 35, 38, 41 e 43°C durante 48, 72 e 96 horas. Após estes períodos, 50 sementes de cada gerbox foram avaliadas pelo teste de germinação (como descrito no item a), computando-se a percentagem média de plântulas normais para cada lote, aos quatro dias após a semeadura.

Identificaram-se nesta etapa, as combinações tempo/temperatura mais promissoras para diferenciar lotes quanto ao nível de vigor.

Na segunda etapa, o teste de envelhecimento acelerado foi conduzido utilizando-se as combinações eleitas na primeira etapa: 43°C/48 h e 43°C/72 h para 'IAC-350' e 41°C/72 h, 41°C/96 h, 43°C/48 h e 43°C/72 h para 'IAC-370'. O teor de água das sementes foi determinado antes e após a condução do teste de envelhecimento acelerado (como no item b).

O delineamento experimental empregado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições por lote, com exceção do teste de emergência de plântulas em campo, conduzido em blocos ao acaso.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, separadamente para cada cultivar e para cada teste. No envelhecimento acelerado, os dados foram analisados em esquema fatorial (Lote x Combinação temperatura/período de exposição), empregando-se o Programa de Análise Estatística – Sanest (Zonta e Machado, 1987). A comparação das médias foi realizada pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de água das sementes armazenadas em câmara fria variou entre 12,4 e 12,9%, durante todas as épocas de testes, para os lotes da cultivar IAC-350 e entre 11,1 e 12,6% para os lotes da cultivar IAC-370, de forma que este fator não interferiu na precisão dos testes conduzidos. Para as sementes armazenadas em condições normais de ambiente, o teor de água variou de 11,1%, nas épocas mais secas do ano (julho a novembro/2003) a 13% nas épocas mais úmidas (janeiro a abril/2004).

Na Tabela 1, encontram-se os resultados obtidos no teste de germinação e emergência de plântulas em campo, conduzidos com as sementes armazenadas em câmara fria e em condições normais de ambiente.

O teste de germinação, realizado com as sementes armazenadas em câmara fria (CF), confirmou o alto potencial fisiológico dos lotes utilizados, que não diferiram

TABELA 1. Valores médios de germinação (G) e emergência de plântulas em campo (EPC) das sementes de doze lotes das cultivares de trigo IAC-350 e IAC-370, armazenadas em câmara fria (CF) e em condições normais de ambientes (CA)

| Cultivar | Lotes | CF | | | CA | |
|----------|-----------------|----------------|------|-------------------|----------------|------------------|
| | | G ² | EPC | | G ³ | EPC ⁴ |
| | | | 2003 | 2004 | | |
| | |%..... | | | | |
| IAC-350 | L ₁ | 97 | 62 | 61 b ¹ | 90 ab | 56 a |
| | L ₂ | 98 | 67 | 85 a | 92 ab | 50 ab |
| | L ₃ | 96 | 68 | 70 ab | 96 a | 56 a |
| | L ₄ | 97 | 79 | 59 b | 86 b | 41 b |
| | L ₅ | 97 | 66 | 66 ab | 93 ab | 48 ab |
| | L ₆ | 96 | 72 | 72 ab | 93 ab | 48 ab |
| | CV (%) | 3,3 | 21 | 10,8 | 5,1 | 5,4 |
| IAC-370 | L ₇ | 90 | 83 | 78 ab | 93 a | 47 bc |
| | L ₈ | 94 | 73 | 77 ab | 93 a | 55 abc |
| | L ₉ | 91 | 70 | 61 b | 80 b | 39 c |
| | L ₁₀ | 95 | 79 | 80 a | 91 ab | 61 ab |
| | L ₁₁ | 96 | 80 | 81 a | 93 a | 64 a |
| | L ₁₂ | 97 | 89 | 79 ab | 96 a | 55 abc |
| | CV (%) | 4,4 | 12,7 | 8,4 | 5,4 | 9,1 |

¹ Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% pelo Teste de Tukey.

² Médias de seis épocas de testes, realizadas em intervalos trimestrais.

³ Médias obtidas após 16 meses de armazenamento.

⁴ Médias obtidas após 12 meses de armazenamento.

significativamente durante todo o período experimental, conforme mostram as médias apresentadas na Tabela 1. A utilização de lotes como estes é essencial para o estudo de metodologias de testes de vigor, que atendam ao objetivo básico de identificação de diferenças no potencial fisiológico dos lotes, principalmente dos que possuem poder germinativo semelhante, conforme salientou Marcos Filho (1999a).

Devido ao coeficiente de variação muito elevado, o teste de emergência de plântulas em campo realizado em 2003 com sementes da câmara fria, não identificou diferenças significativas entre os lotes; porém, diferenças acentuadas entre os valores numéricos obtidos, indicaram para a 'IAC-350', o desempenho superior do Lote 4 em comparação ao Lote 1 e, para a 'IAC-370', o do Lote 12 em relação aos Lotes 8 e 9.

Por outro lado, o teste conduzido em 2004 separou, significativamente, os lotes em diferentes níveis de vigor para as duas cultivares estudadas. Neste caso, verifica-se que para a 'IAC-350', o Lote 2 foi classificado como o mais vigoroso e os Lotes 1 e 4 como os de menor vigor, enquanto que os demais apresentaram comportamento intermediário. Para a 'IAC-370', os Lotes 10 e 11 superaram o Lote 9, enquanto que os Lotes 7, 8 e 12 foram identificados como intermediários.

Nota-se que apenas a inferioridade do Lote 9 da 'IAC-370' foi confirmada pelo teste de emergência de plântulas em campo em 2004. As diferenças observadas entre os dois testes, quanto à classificação dos lotes em níveis de vigor, podem ter resultado de condições climáticas diferentes ocorridas nas duas ocasiões, pois conforme destacou Marcos Filho (1999b), a expressão do potencial fisiológico das sementes, tanto no armazenamento como em campo, depende não só do histórico dos lotes como, principalmente, das condições do ambiente ao qual as sementes foram expostas.

Como era esperado, o teste de emergência de plântulas em campo, principalmente o conduzido em 2004, mostrou-se mais sensível do que o teste de germinação em detectar diferenças de potencial fisiológico entre os lotes avaliados. Sabe-se que durante o processo de deterioração das sementes, a perda do poder germinativo é um dos últimos eventos relacionados por Delouche e Baskin (1973). Assim, as diferenças observadas entre os resultados nesse teste, que não haviam sido detectadas pelo teste de germinação, podem ser atribuídas à queda do vigor que precede à perda da germinação, de modo que lotes com percentagens de germinação semelhantes podem diferir quanto ao desempenho em campo, principalmente quando as condições de ambiente desviam-se das mais adequadas. (Torres, 2002).

As diferenças mais acentuadas de vigor entre os lotes também foram identificadas de forma semelhante pelo teste de germinação e o de emergência de plântulas em campo, realizados em 2004 com as sementes conservadas em condições ambientes (CA), respectivamente, após dezesseis meses de armazenamento (época em que foi verificada a separação dos lotes em diferentes níveis de vigor) e aos doze meses do armazenamento (na época recomendada para a semeadura do trigo em São Paulo). Assim, o Lote 4 da cultivar IAC-350 e o Lote 9 da cultivar IAC-370 foram classificados como os de menor vigor; também foi confirmada a classificação de vigor intermediário para os Lotes 5 e 6 da cultivar IAC-350.

Os resultados da primeira etapa de avaliação do teste de envelhecimento acelerado, utilizando-se quatro temperaturas e três períodos de condicionamento, estão apresentados nas Tabelas 2 e 3 para as cultivares IAC-350 e IAC-370, respectivamente.

Observou-se que a 35°C durante 72 horas e a 38°C e 41°C, em todos os períodos, o teste não foi eficiente em diferenciar os níveis de vigor dos lotes da cultivar IAC-350 (Tabela 2). Por outro lado a 35°C durante 48 e 96 horas, não foi verificada a ordenação dos lotes da maneira indicada, de modo geral, pelos testes de emergência de plântulas no campo, realizados com as sementes armazenadas na câmara fria ou em condições normais de ambiente e pelo teste de germinação conduzido após o armazenamento (Tabela 1); o Lote 4 que apresentou o desempenho mais baixo, de forma consistente naqueles testes, foi classificado como o de maior vigor, quando envelhecido durante 48 horas e apresentou vigor intermediário, quando foi usado o período de 96 horas (Tabela 2).

Nos testes conduzidos a 43°C, nos períodos de 48 e 72 horas (Tabela 2), o envelhecimento acelerado proporcionou a classificação dos lotes em diferentes níveis de vigor, de maneira mais próxima da observada nos testes de emergência de plântulas em campo, realizados com as sementes armazenadas em câmara fria e nos testes de germinação e de emergência conduzidos após armazenamento durante dezesseis meses em condições normais de ambiente (Tabela 1). A esta temperatura, o Lote 1 e o Lote 4, no período de 48 horas e o Lote 4 no período de 72 horas também foram identificados pelo teste como os de menor potencial fisiológico (Tabela 2). Nas temperaturas de 41°C e 43°C, o período de 96 horas mostrou-se excessivo, pois houve redução drástica da percentagem de germinação de todos os lotes.

Para a cultivar IAC-370 (Tabela 3), a única combinação de temperatura e período de condicionamento em que este teste não diferenciou os lotes quanto ao vigor foi a de 41°C,

TABELA 2. Valores médios obtidos para o teste de envelhecimento acelerado (1ª etapa) de seis lotes de sementes de trigo, cultivar IAC-350

| Cultivar | Tratamentos | | Lotes | | | | | |
|----------|-------------|-----------------|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | Temperatura | Período (horas) | L ₁ | L ₂ | L ₃ | L ₄ | L ₅ | L ₆ |
| IAC-350 | 35°C | 48 | 88 ab ¹ | 87 ab | 86 ab | 93 a | 89 ab | 79 b |
| | | 72 | 93 a | 94 a | 88 a | 88 a | 94 a | 86 a |
| | | 96 | 81 ab | 92 a | 80 b | 86 ab | 87 ab | 84 ab |
| | 38°C | 48 | 95 a | 92 a | 90 a | 92 a | 96 a | 85 a |
| | | 72 | 76 a | 73 a | 85 a | 82 a | 78 a | 80 a |
| | | 96 | 82 a | 76 a | 72 a | 77 a | 74 a | 72 a |
| | 41°C | 48 | 94 a | 91 a | 95 a | 92 a | 85 a | 92 a |
| | | 72 | 77 a | 62 a | 68 a | 77 a | 62 a | 73 a |
| | | 96 | 3 a | 3 a | 3 a | 3 a | 5 a | 2 a |
| | 43°C | 48 | 77 b | 88 ab | 85 ab | 74 b | 87 ab | 92 a |
| | | 72 | 49 abc | 41 bc | 56 ab | 36 c | 59 ab | 64 a |
| | | 96 | 6 ab | 10 a | 0 c | 6 ab | 1 bc | 0 c |

CV (%) = 9,5

¹ Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si a 5% pelo Teste de Tukey.**TABELA 3. Valores médios obtidos para o teste de envelhecimento acelerado (1ª etapa) de seis lotes de sementes de trigo, cultivar IAC-370**

| Cultivar | Tratamentos | | Lotes | | | | | |
|----------|-------------|-----------------|-------------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | Temperatura | Período (horas) | L ₇ | L ₈ | L ₉ | L ₁₀ | L ₁₁ | L ₁₂ |
| IAC-370 | 35°C | 48 | 80 b ¹ | 94 a | 85 ab | 90 ab | 92 a | 92 ab |
| | | 72 | 80 c | 87 bc | 82 bc | 99 a | 93 ab | 90 bc |
| | | 96 | 79 ab | 84 ab | 74 b | 89 a | 87 ab | 78 ab |
| | 38°C | 48 | 84 ab | 84 ab | 76 b | 89 a | 91 a | 90 a |
| | | 72 | 67 c | 72 c | 73 bc | 87 a | 87 ab | 77 abc |
| | | 96 | 71 c | 78 abc | 73 bc | 86 ab | 87 a | 83 abc |
| | 41°C | 48 | 78 a | 82 a | 85 a | 85 a | 90 a | 84 a |
| | | 72 | 89 ab | 85 ab | 81 b | 88 ab | 93 a | 87 ab |
| | | 96 | 57 cd | 71 bc | 52 d | 80 ab | 87 a | 71 bc |
| | 43°C | 48 | 80 b | 74 b | 53 c | 93 a | 83 ab | 78 b |
| | | 72 | 49 ab | 48 ab | 17 c | 60 a | 37 b | 53 ab |
| | | 96 | 0 c | 0 c | 5 b | 1 bc | 24 a | 2 bc |

CV (%) = 8,8

¹ Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si a 5% pelo Teste de Tukey.

durante 48 horas. Apenas a combinação de 43°C por 96 horas mostrou-se excessiva, o que sugere que esta cultivar é menos sensível a temperaturas elevadas do que a IAC-350, concordando com os comentários de Marcos Filho (1999a), quanto à sensibilidade ao estresse imposto pela temperatura.

Nas demais combinações de temperatura e período de condicionamento, o envelhecimento acelerado classificou os lotes em diferentes níveis de vigor. Porém, quando se utilizou 35°C por 48 e 72 horas e 38°C por 72 e 96 horas, de modo geral, o Lote 7 foi identificado como o de mais baixo vigor;

isto não coincidiu com a classificação dos lotes nos testes de emergência de plântulas no campo, realizados com as sementes armazenadas na câmara fria ou em condições normais de ambiente e pelo teste de germinação conduzido após o armazenamento (Tabela 1), que revelaram o Lote 9 como o menos vigoroso.

Por outro lado, utilizando-se as combinações 35°C/96 horas e 38°C/48 horas, da mesma forma que naqueles testes, o envelhecimento acelerado estimou um desempenho mais baixo para o Lote 9 em comparação ao Lote 10 e a 41°C/72 horas, em comparação ao Lote 11. Com as combinações 41°C/96 horas, 43°C/48 horas e 43°C/72 horas, também apontou o Lote 9 como o de mais baixo potencial fisiológico e ainda distribuiu os lotes em um número maior de classes de vigor.

Empregando-se as combinações de 41°C/96 horas e 43°C/48 horas, o envelhecimento acelerado revelou uma classificação de lotes que mais se aproximou da obtida no teste de emergência de plântulas em campo realizado em 2004, com as sementes armazenadas em câmara fria, onde os Lotes 10 e 11 superaram o Lote 9 e os Lotes 7, 8 e 12 se comportaram como intermediários. A classificação obtida a 43°C/72 horas diferiu apenas quanto ao Lote 11, que foi identificado como intermediário, tendo sido superado pelo Lote 10.

As alterações observadas na classificação dos Lotes 7, 8, 11 e 12 quanto ao vigor, em função da característica analisada (potencial de armazenamento ou emergência de plântulas no campo) ou da combinação de temperatura/período de condicionamento empregada na condução do teste de envelhecimento acelerado, confirmaram os comentários de McDonald e Wilson, (1979), Kulik e Yaklich (1982) e Marcos Filho et al. (1984), ressaltando que 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.

Os resultados obtidos na segunda etapa estão apresentados na Tabela 4 (IAC-350) e na Tabela 5 (IAC-370).

Verificou-se (Tabela 4) que a 43°C/48 horas, o envelhecimento acelerado identificou o Lote 3 como o mais vigoroso e o Lote 4 como o menos vigoroso assim como o teste de germinação e emergência de plântulas em campo com sementes armazenadas em condições normais de ambiente (Tabela 1). Também classificou o Lote 2 entre os mais vigorosos, da mesma maneira que o teste de emergência de plântulas em campo 2004, realizado com sementes armazenadas em câmara fria. Por sua vez, a combinação 43°C/72 horas, classificou o Lote 2 entre os menos vigorosos, diferentemente daqueles testes.

Para a cultivar IAC-370, as quatro combinações de temperatura/período utilizadas na condução do envelhecimento acelerado na segunda etapa, da mesma forma que na primeira, proporcionaram a identificação do Lote 9 como o menos vigoroso. Os Lotes 10 e 11 apresentaram qualidade superior, quando o teste foi realizado a 41°C/96 horas e 43°C/48 e 72 horas. A combinação 41°C/72 horas não foi eficiente para diferenciar níveis de vigor dos lotes adequadamente e a 43°C/72 horas não houve diferenças entre os Lotes 7, 8, 10, 11 e 12.

De maneira geral, o teste de envelhecimento acelerado conduzido a 41°C/96 e 43°C/48 horas (Tabela 5) foi mais eficiente, revelando tendências semelhantes aos teste de emergência de plântulas em campo (CF e CA) (Tabela 1), embora pequenas variações tenham ocorrido.

Portanto, a condução deste teste a 43°C/48 horas foi considerada como a mais adequada, em razão de ter sido eficiente para as duas cultivares e representar um menor período de envelhecimento, em comparação à combinação 41°C/96 horas.

Os resultados desta pesquisa, da mesma forma que os encontrados por Modarresi et al. (2002), discordam de Hampton e Tekrony (1995) e de Association of Official Seed Analysts (1983), uma vez que a combinação 41°C/72 horas, recomendada pela ISTA e AOSA para a condução do teste de envelhecimento acelerado em trigo, não permitiu a

TABELA 4. Valores médios obtidos para o teste de envelhecimento acelerado (2ª etapa) de seis lotes de sementes de trigo, cultivar IAC-350

| Cultivar | Tratamentos | | Lotes | | | | | |
|----------|-------------|-----------------|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | Temperatura | Período (horas) | L ₁ | L ₂ | L ₃ | L ₄ | L ₅ | L ₆ |
| IAC-350 | 43°C | 48 | 89 ab ¹ | 93 a | 94 a | 82 b | 86 ab | 90 ab |
| | | 72 | 68 bc | 60 c | 91 a | 56 c | 63 bc | 75 b |
| | | | CV (%) = 6,5 | | | | | |

¹ Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si a 5% pelo Teste de Tukey.

classificação adequada dos lotes das cultivares estudadas, em diferentes níveis de vigor. Porém, a combinação 43°C /48 horas, mais eficiente neste trabalho, também diferiu daquela de 43°C /72 horas, situada entre as melhores por Modarresi (2002).

Nas Tabelas 6 e 7 encontram-se os valores médios do teor de água obtido antes e após o envelhecimento acelerado na segunda etapa. Observa-se que os teores iniciais foram semelhantes entre os lotes da cultivar IAC-350 (Tabela 6), fato este considerado importante para a padronização das avaliações e obtenções de resultados confiáveis. Para a 'IAC-

370', as diferenças de teor de água entre lotes variaram entre 0,1 e 1,2% (Tabela 7). Todavia, diferenças de grau de umidade de 1 a 2% entre amostras não são comprometedoras, segundo Marcos Filho (1999a).

Por outro lado, um dos principais indicadores da uniformidade das condições de envelhecimento acelerado é o teor de água das sementes ao final do teste, sendo que variações de 3 a 4% entre amostras são consideradas toleráveis (Marcos Filho, 1999a). Nesse teste verifica-se que a variação máxima encontrada foi de 3,8%, e, portanto, abaixo daquele limite.

TABELA 5. Valores médios obtidos para o teste de envelhecimento acelerado (2ª etapa) de seis lotes de sementes de trigo, cultivar IAC-370

| Cultivar | Tratamentos | | Lotes | | | | | |
|--------------|-------------|-----------------|--------------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | Temperatura | Período (horas) | L ₇ | L ₈ | L ₉ | L ₁₀ | L ₁₁ | L ₁₂ |
| IAC-370 | 41°C | 72 | 73 bc ¹ | 87 a | 65 c | 83 ab | 79 abc | 75 abc |
| | | 96 | 49 b | 65 ab | 51 b | 71 a | 71 a | 62 ab |
| | 43°C | 48 | 85 ab | 86 ab | 73 b | 87 a | 94 a | 91 a |
| | | 72 | 61 a | 75 a | 41b | 61 a | 72 a | 75 a |
| CV (%) = 7,9 | | | | | | | | |

¹ Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si a 5% pelo Teste de Tukey.

TABELA 6. Valores médios do teor de água obtidos para o teste de envelhecimento acelerado (2ª etapa) de seis lotes de sementes de trigo, cultivar IAC-350

| Cultivar | Tratamentos | | Lotes | | | | | |
|----------|-------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | Temperatura | Período (horas) | L ₁ | L ₂ | L ₃ | L ₄ | L ₅ | L ₆ |
| IAC-350 | 43°C | Antes EA | 12,7 | 12,6 | 12,6 | 12,6 | 12,7 | 12,7 |
| | | 48 | 27,4 | 29,1 | 29,4 | 27,6 | 28,5 | 27,5 |
| | | 72 | 27,9 | 27,5 | 25,2 | 26,4 | 24,3 | 28,1 |
| | | | | | | | | |

TABELA 7. Valores médios do teor de água obtidos para o teste de envelhecimento acelerado (2ª etapa) de seis lotes de sementes de trigo, cultivar IAC-370

| Cultivar | Tratamentos | | Lotes | | | | | |
|----------|-------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | Temperatura | Período (horas) | L ₇ | L ₈ | L ₉ | L ₁₀ | L ₁₁ | L ₁₂ |
| IAC-370 | 41°C | Antes EA | 11,8 | 11,7 | 12,3 | 11,0 | 11,1 | 12,2 |
| | | 72 | 28,4 | 29,1 | 27,1 | 30,3 | 26,7 | 28,3 |
| | | 96 | 31,2 | 31,2 | 28,6 | 31,3 | 28,0 | 29,5 |
| | 43°C | 48 | 28,5 | 26,8 | 26,9 | 26,7 | 26,6 | 27,0 |
| | | 72 | 25,3 | 24,5 | 25,0 | 25,9 | 24,9 | 24,3 |
| | | | | | | | | |

Com base nas informações obtidas neste trabalho, o teste de envelhecimento acelerado poderá auxiliar em programas de controle de qualidade, decisões no processo de produção e utilização de sementes de trigo, incluindo seleção de lotes para comercialização, avaliação do potencial de armazenamento e também em programas de melhoramento genético.

CONCLUSÃO

O teste de envelhecimento acelerado a 43°C por 48 horas é adequado para diferenciar lotes de sementes de trigo quanto ao vigor.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos técnicos de apoio à pesquisa Denise Sayuri Isa, Ivonete Alves dos Santos e Cássio José de Carvalho Miranda pelo auxílio na condução das análises realizadas no Laboratório de Análise de Sementes do IAC.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigour testing handbook**. East Lansing, 1983. 93p. (Contribution, n.32).
- BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.
- DELOUCHE, J.C.; BASKIN, C.C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.1, n.2, p. 427-452, 1973.
- HAMPTON, J.G.; TEKRONY, D.M. **Handbook of vigor test methods**. Zürich: ISTA, 1995. 117p.
- HESLEHURST, M.R. Quantifying initial quality and vigour of wheat seeds using regression analysis of conductivity and germination data from aged seeds. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.16, n.1, p. 75-85, 1988.
- KULIK, M.M.; YAKLICH, R.W. Evaluation for 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.776-770, 1982.
- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYŻANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇANETO, J.B. (Ed). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999a. p. 3.1-3.24.
- MARCOS FILHO, J.; PESCARIN, H.M.C.; 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.
- MCDONALD JUNIOR, M.B.; PHANNENDRANATH, B.R. A modified accelerated aging seed vigor test for soybeans. **Journal of Seed Technology**, East Lansing, v. 3, n.1, p.27-37, 1978.
- McDONALD, M.B.; WILSON, D.O. An assesment of standardization and ability of the ASA-610 to rapidly predict potential soybean germination. **Journal of Seed Technology**, East Lansing, v.4, n.2, p. 1-11, 1979.
- MODARRESI, R.; RUCKER, M.; TEKRONY, D.M. Accelerated ageing test for comparing wheat seed vigour. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.30, n.3, p.683-687, 2002.
- RAM, C.; WIESNER, L.E. Effects of artificial ageing on physiological and biochemical parameters of seed quality in wheat. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.16, n.3, p. 579-587, 1988.
- STEINER, J.J.; GRABE, D.F.; TULO, M. Single and multiple vigor tests for predicting seedling emergence of wheat. **Crop Science**, Madison, v.29, n.3, p. 782-786, 1989.
- SUR, K.; BASU, R.N. Vigour rating of wheat seed. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.18, n.3, p. 661-671, 1990.
- TAO, K.J. An evaluation of alternative methods of accelerated aging seed vigor test for soybeans. **Journal of Seed Technology**, East Lansing, v.3, n.2, p.30-40 1979.
- TEKRONY, D.M. Accelerated aging test. In: VAN DE VENTER, H. A. (Eds). **Seed Vigour Testing Seminar**. Compenhagen: ISTA, 1995. p. 53-72.
- TOMER, R.P.S.; MAGUIRE, J.D. Seed vigour studies in wheat. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.18, p. 383-392, 1990.
- TORRES, S.B. **Métodos para avaliação do potencial fisiológico de sementes de melão**. 2002. 103f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.
- VAN DE VENTER, H.A.; GRABE, D.F. Oxygen uptake of ground kernels and seed vigour of wheat. **Plant Varieties and Seeds**, Cambridge, v. 2, p. 125-130, 1989.
- ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A. **Sistema de análise estatística para microcomputadores - SANEST**. Pelotas: UFPel, 1987.

