

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL FISIOLÓGICO DE  
SEMENTES DE TRIGO (*Triticum aestivum* L.)**

**TRICIA COSTA LIMA**

Orientadora: Dra. Priscila Fratin Medina

Dissertação apresentada à Comissão de Pós-Graduação do Instituto Agrônomo para obtenção do título de Mestre em Agricultura Tropical e Subtropical – Área de Concentração em Tecnologia da Produção Agrícola.

Campinas  
Estado de São Paulo  
2005

L629a Lima, Trícia Costa

Avaliação do potencial fisiológico de sementes de trigo  
(*Triticum aestivum* L). Campinas: Instituto Agrônomo,  
2005.

61 fls. : il.

Orientadora: Dra. Priscila Fratin Medina  
Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e  
Subtropical) – Instituto Agrônomo de Campinas

1. *Triticum aestivum* L. 2. Vigor. 3. Envelhecimento  
acelerado. 4. Condutividade elétrica. 5. Crescimento de  
plântulas. I. Medina, Priscila Fratin. II. Instituto  
Agrônomo de Campinas. III. Título

CDD – 633.11

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL FISIOLÓGICO DE  
SEMENTES DE TRIGO (*Triticum aestivum* L.)**

**TRICIA COSTA LIMA**

Orientadora: Dra. Priscila Fratin Medina

Dissertação apresentada à Comissão de Pós-Graduação do Instituto Agronômico para obtenção do título de Mestre em Agricultura Tropical e Subtropical – Área de Concentração em Tecnologia da Produção Agrícola.

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Dra. Priscila Fratin Medina  
Instituto Agronômico de Campinas

---

Dr. Antonio Augusto do Lago  
Instituto Agronômico de Campinas

---

Dr. Júlio Marcos Filho

USP/ESALQ

Campinas, 10 de fevereiro de 2005

A Deus,

Aos meus pais, **Lima** e **Irinéia**, pelo carinho, incentivo, compreensão e presença  
constante em minha vida,

Ao meu amor, Paulo, por todos os momentos,

Às minhas irmãs, Francine e Priscila,

Aos meus sobrinhos, Isabelle e Pedro,

À Ana Paula e Juliana,

À minha avó, Darcy (in memoriam) e,

À mais bela de todas as sementes, BEATRIZ

**Dedico**

## AGRADECIMENTOS

À Pesquisadora Dra. Priscila Fratin Medina, pela orientação, ensinamentos, dedicação, confiança e amizade.

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 e amizade, durante todo o curso.

À Profa. Dra. Denise Cunha Fernandes dos Santos Dias (UFV), pelo incentivo e sugestão inicial na escolha do curso.

Ao pesquisador Dr. Antonio Augusto do Lago, pelas sugestões.

Ao Dr. José Guilherme de Freitas, pelas sementes.

Ao Dr. Renato Ferraz de Arruda Veiga, pela utilização da câmara fria.

Aos funcionários da Seção de Sementes, em especial, a Maria Oliveira de Barros .

Aos funcionários da Pós-Graduação/IAC, particularmente para Maria Angelina dos Santos, Célia Regina Terra e Lígia L. B. Bolognini, pela atenção e amizade no decorrer do curso.

Aos meus pais, Lima e Irinéia, meus eternos agradecimentos.

Ao Paulo, pelo amor, carinho, amizade e companheirismo.

À minha irmã Francine e minha prima Nahara, pelas histórias engraçadas.

Aos companheiros de curso de Pós-Graduação, pela convivência e amizade nessa jornada

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS E FIGURA .....	iii
RESUMO .....	v
ABSTRACT .....	vi
1 INTRODUÇÃO .....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	3
2.1 Avaliação do Vigor de Sementes .....	3
2.2 Testes de Vigor .....	5
2.2.1 Envelhecimento acelerado .....	5
2.2.2 Condutividade elétrica .....	6
2.2.3 Crescimento de plântulas .....	8
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	11
3.1 Sementes .....	11
3.2 Estudos de Procedimentos para a Condução dos Testes de Envelhecimento Acelerado, Condutividade Elétrica e Crescimento de Plântulas (Primeira etapa).....	14
3.2.1 Germinação .....	14
3.2.2 Teor de água .....	14
3.2.3 Emergência de plântulas em campo .....	14
3.2.4 Envelhecimento acelerado .....	15
3.2.5 Condutividade elétrica .....	15
3.2.6 Crescimento de plântulas .....	16
3.3 Comparação entre Testes para Avaliação do Potencial Fisiológico de Sementes de Trigo (Segunda etapa) .....	16
3.3.1 Germinação .....	17
3.3.2 Teor de água .....	17
3.3.3 Emergência de plântulas em campo .....	17
3.3.4 Envelhecimento acelerado .....	17
3.3.5 Condutividade elétrica .....	17
3.3.6 Crescimento de plântulas .....	17
3.4 Procedimento Estatístico .....	18

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	21
4.1 Avaliação Inicial da Qualidade das Sementes .....	21
4.2. Estudos de Procedimentos para a Condução dos Testes de Envelhecimento	
Acelerado, Condutividade Elétrica e Crescimento de Plântulas (Primeira etapa).	27
4.2.1 Envelhecimento acelerado .....	27
4.2.2 Condutividade elétrica .....	31
4.2.3 Crescimento de plântulas .....	35
4.3 Comparação entre Testes para Avaliação do Potencial Fisiológico de Sementes	
de Trigo (Segunda etapa) .....	39
4.3.1 Envelhecimento acelerado.....	40
4.3.2 Condutividade elétrica.....	43
4.3.3 Crescimento de plântulas .....	45
4.3.4 Considerações finais .....	50
5 CONCLUSÕES .....	53
REFERÊNCIAS .....	54

## LISTA DE TABELAS E FIGURA

TABELA	Página
1. Esquema de análise de variância dos dados de germinação para cada cultivar .....	19
2. Esquema de análise de variância dos dados de emergência de plântulas em campo para cada cultivar .....	19
3. Esquema de análise de variância dos dados de envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e crescimento de plântulas na 1 <sup>a</sup> etapa .....	19
4. Esquema de análise de variância dos dados de envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e crescimento de plântulas na 2 <sup>a</sup> etapa .....	20
5. Dados médios do teor de água das sementes armazenadas em condições normais de ambiente de doze lotes de sementes de trigo, IAC-350 e IAC-370, em intervalos trimestrais .....	22
6. Dados médios do teor de água de germinação (G) e de emergência de plântulas em campo (EPC) das sementes de doze lotes, cultivares de trigo IAC-350 e IAC-370, armazenadas em câmara fria (CF) e em condições normais de ambiente (CA) .....	23
7. Dados médios de germinação (G) e de emergência de plântulas em campo (EPC) das sementes de doze lotes das cultivares de trigo IAC-350 e IAC-370, armazenadas em câmara fria em condições normais de ambiente .....	26
8. Dados médios obtidos para o teste de envelhecimento acelerado (1 <sup>a</sup> etapa) de seis lotes de sementes de trigo, cultivar IAC-350.....	30
9. Dados médios obtidos para o teste de envelhecimento acelerado (1 <sup>a</sup> etapa) de seis lotes de sementes de trigo, cultivar IAC-370 .....	31
10. Dados médios obtidos para o teste de condutividade elétrica (1 <sup>a</sup> etapa) de seis lotes de sementes de trigo, cultivar IAC-350 .....	34



11.	Dados médios obtidos para o teste de condutividade elétrica (1ª etapa) de seis lotes de sementes de trigo, cultivar IAC-370 .....	34
12.	Dados médios obtidos para o teste de crescimento de plântulas (1ª etapa) de seis lotes de sementes de trigo, cultivar IAC-350 .....	37
13.	Dados médios obtidos para o teste de crescimento de plântulas (1ª etapa) de seis lotes de sementes de trigo, cultivar IAC-370 .....	38
14.	Dados médios do teor de água inicial, na segunda etapa, para doze lotes de sementes de trigo, cultivar IAC-350 e IAC-370 .....	39
15.	Dados médios obtidos para o teste de envelhecimento acelerado (2ª etapa) de seis lotes de sementes de trigo, cultivar IAC-350 .....	41
16.	Dados médios obtidos para o teste de envelhecimento acelerado (2ª etapa) de seis lotes de sementes de trigo, cultivar IAC-370 .....	41
17.	Dados médios do teor de água obtidos para o teste de envelhecimento acelerado (2ª etapa) de seis lotes de sementes de trigo, cultivar IAC-350 .....	42
18.	Dados médios do teor de água obtidos para o teste de envelhecimento acelerado (2ª etapa) de seis lotes de sementes de trigo, cultivar IAC-370 .....	43
19.	Dados médios para o teste de condutividade elétrica (2ª etapa) de doze lotes de sementes de trigo, cultivar IAC-350 e IAC-370 .....	45
20.	Dados médios obtidos para o teste de crescimento de plântulas (2ª etapa) de seis lotes de sementes de trigo, cultivar IAC-350 .....	48
21.	Dados médios obtidos para o teste de crescimento de plântulas (2ª etapa) de seis lotes de sementes de trigo, cultivar IAC-370 .....	49
Figura 1.	Dados em quinquênios de temperatura máxima, média, mínima e umidade relativa do ar média, registrados no Centro Experimental Central, em Campinas-SP, durante o período experimental .....	13

LIMA, Tricia Costa **Avaliação do Potencial Fisiológico de Sementes de Trigo (*Triticum aestivum* L.)**. 2005. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Instituto Agronômico de Campinas.

#### RESUMO

A pesquisa teve como objetivo avaliar procedimentos para a condução dos testes de envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e crescimento de plântulas, quanto à eficiência para identificação de diferentes níveis de vigor de lotes de sementes de trigo (*Triticum aestivum* L.). Para tanto, o estudo foi conduzido em duas etapas, utilizando-se as cultivares IAC-350 e IAC-370, cada uma representada por seis lotes. Na primeira etapa foram realizados estudos específicos para os testes de envelhecimento acelerado (temperaturas de 35°C, 38°C, 41°C e 43°C, durante 48, 72 e 96 horas), condutividade elétrica (25° C e 30° C, durante seis, 18 e 24 horas) e crescimento de plântula (luz e escuro, durante cinco e sete dias). Os procedimentos considerados mais promissores para cada teste, nesta primeira fase, foram comparados na segunda etapa. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial, com quatro repetições. Os resultados foram comparados com os obtidos em 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 teste de envelhecimento acelerado utilizando 43° C durante 48 horas é adequado para diferenciar lotes de sementes de trigo quanto ao potencial fisiológico. A condutividade elétrica (25° C/18 horas) e o crescimento de plântulas (Luz/5 dias) constituem opções promissoras de testes para avaliar o vigor de sementes de trigo.

**Palavras-chave:** *Triticum aestivum* L.; vigor; envelhecimento acelerado; condutividade elétrica; crescimento de plântulas.

LIMA, Tricia Costa **Evaluation of the Physiological Potencial of Wheat Seed Lots (*Triticum aestivum* L.)**. 2005. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Instituto Agronômico de Campinas.

#### ABSTRACT

This research was conducted to evaluation procedures to verify the sensitivity of the accelerated aging, electrical conductivity and seedling growth tests, to identify different vigor levels of wheat (*Tritium aestivum* L.) seed lots. The cultivars IAC-350 and IAC-370, each one represented by six lots, were used. In the first experiment different procedures were conducted in order to evaluate accelerated aging (35°C, 38°C, 41°C e 43°C, for 48, 72 e 96 hours), electrical conductivity (25° C e 30° C, for six, 18 e 24 hours) and seedling growth (light and dark, for five and seven days) tests. The most promising procedures for each test were compared in the second stage. The tests where carried out using the randomized experimental design under factorial scheme and the results were compared with the 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. The electrical conductivity test (25° C/18 hours) and seedling growth (light/ 5 days) are promising tests to evaluate wheat seeds vigor.

**Key-words:** *Triticum aestivum* L.; vigor; accelerated aging; electrical conductivity; seedling growth.

## 1 INTRODUÇÃO

O incentivo à triticultura no Brasil, por meio de medidas de apoio à produção, fomento e comercialização, está contribuindo para que o país consolide o desenvolvimento e a estabilidade da cultura, diminuindo a dependência externa do produto e tornando-o mais competitivo mundialmente. Segundo Nakamae (2004), a triticultura brasileira poderá produzir 11,2 milhões de toneladas de grãos em 2005.

Há interesses sócio-econômicos 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 do trigo, como melhoramento genético e uso de práticas culturais mais eficientes, poderão ser frustrados se o desempenho das sementes for um 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.

Neste contexto, a avaliação do potencial fisiológico de sementes é um componente essencial dos programas de controle de qualidade adotados por instituições produtoras, pois permite a adoção de práticas de manejo destinadas à garantia de nível satisfatório de desempenho das sementes.

O teste padrão de germinação, conduzido em laboratório, geralmente superestima o potencial fisiológico de lotes de sementes, devido ao fato de ser conduzido sob condições consideradas ótimas, não revelando eficiência para avaliar o grau de deterioração de um lote e o seu potencial de conservação. Também, não faz distinção entre amostras que germinam rapidamente daquelas em que o processo é lento e não considera o fato de plântulas com certas deficiências apresentarem menor possibilidade de se estabelecer no campo.

Diante disto, é cada vez maior a necessidade do aprimoramento dos testes destinados à avaliação do vigor de sementes, com a finalidade de fornecer informações consistentes e complementares às obtidas no teste de germinação e de estimar o potencial de emergência de plântulas em campo, sob ampla faixa de condições de ambiente.

Para algumas culturas, existem testes considerados praticamente padronizados para avaliar o vigor das sementes, como por exemplo, o de envelhecimento acelerado para as de soja e milho e o de condutividade elétrica para sementes de ervilha. No entanto, são escassos os estudos direcionados à adequação das metodologias dos testes de vigor às sementes de trigo.

Diante do exposto, o presente trabalho têm como objetivos: a) estudar a metodologia dos testes de envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e crescimento de plântulas, visando torná-los mais eficientes para diferenciar lotes de sementes de trigo quanto ao potencial fisiológico e, b) avaliar de forma comparativa os testes estudados, quanto à sensibilidade para identificar diferenças de vigor de lotes de sementes de trigo com germinação semelhante e elevada.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Avaliação do Vigor de Sementes**

Viabilidade e vigor são atributos fundamentais na avaliação do potencial fisiológico das sementes. A viabilidade é determinada, principalmente, pelo teste de germinação, cujo método é padronizado, resultando em alto nível de reprodutibilidade de resultados (Perry, 1981).

Por outro lado, sendo realizado sob condições ideais de temperatura, umidade, luz e substrato, esse teste revela apenas diferenças acentuadas de vigor entre lotes. Apesar de ser um método muito importante e indispensável, é restrito, porque não é capaz de estimar o desempenho das sementes no campo e no armazenamento, onde as condições podem variar de ótimas a extremamente adversas.

Freqüentemente, observa-se que lotes de sementes apresentando germinação semelhante exibem comportamento distinto em campo e/ou armazenamento. Estas diferenças de desempenho desses lotes podem ser explicadas pelo fato de que as primeiras alterações nos processos bioquímicos associados à deterioração normalmente ocorrem antes que se observe o declínio na capacidade germinativa (Delouche e Baskin, 1973; Matthews, 1981; Toledo e Marcos Filho, 1977; Medina e Marcos Filho, 1990).

Assim, o principal desafio das pesquisas direcionadas aos testes de vigor está na identificação de parâmetros adequados, comuns à deterioração das sementes, de modo que, quanto mais distante da perda da capacidade de germinação, mais promissor será o teste, fornecendo informações complementares àquelas obtidas pelo teste de germinação (AOSA, 1983; Medina e Marcos Filho, 1990).

Embora as informações fornecidas por esses testes sejam de grande utilidade, nos programas de qualidade interna de empresas produtoras de sementes (Copeland e McDonald, 1995), a adoção rotineira de testes de vigor em laboratório irá depender muito da padronização (McDonald Jr., 1980). Conforme ressaltou Carvalho (1994), dentre os vários fatores que contribuem para dificultar a padronização dos testes de vigor destacam-se a precisão dos procedimentos, a apresentação de resultados e o estabelecimento de níveis aceitáveis de vigor.

Além da necessidade de padronização da metodologia e da interpretação dos resultados, para possibilitar a comparação entre resultados obtidos por diferentes analistas e laboratórios, os testes de vigor devem preencher outros requisitos como: relação com a emergência de plântulas em campo, rapidez, objetividade, simplicidade, baixo custo e reprodutibilidade (Delouche, 1976; AOSA, 1983; TeKrony, 1983).

Em termos de padronização, os testes de vigor são bastantes promissores. Contudo, em estudo realizado pelo Comitê de Vigor da ABRATES (Irigon e Rossini, 1992), visando avaliar e aferir os resultados dos testes de envelhecimento acelerado, massa seca, velocidade de germinação e crescimento de plântulas para sementes de trigo, amostras de doze lotes foram enviadas a nove laboratórios diferentes. Devido a relevantes variações de resultados, observadas entre laboratórios, estes autores ressaltaram a necessidade de revisão dos procedimentos desses testes, levando em consideração aspectos como a uniformidade de distribuição da temperatura e das sementes dentro do equipamento utilizado para a condução do teste de envelhecimento acelerado ou o controle rígido da umidade do substrato, luminosidade e temperatura que requerem os testes de crescimento de plântulas e de velocidade de germinação.

O vigor, pela sua própria característica de complexidade, nem sempre pode ser

avaliado completamente por apenas um teste, razão pela qual recomenda-se a combinação de resultados de diferentes testes para a obtenção de um diagnóstico mais preciso do potencial fisiológico de um lote de sementes (Vieira e Carvalho, 1994), levando-se sempre em consideração a finalidade do uso dos resultados e as suas limitações (Marcos Filho, 1999a).

## **2.2 Testes de Vigor**

### **2.2.1 Envelhecimento Acelerado**

O teste de envelhecimento acelerado 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).

Este teste tem como princípio a aceleração artificial da taxa de deterioração das sementes pela 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.

O teste de envelhecimento acelerado já está relativamente padronizado para avaliar o vigor de sementes de soja. 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), enquanto menos atenção tem sido dirigida para testes que envolvem algum tipo de estresse (Tomer e Maguire, 1990).



Dentre os fatores que afetam o comportamento das sementes submetidas ao teste, a interação temperatura/período de exposição é um dos mais estudados. Na literatura pesquisada, há indicações para sementes de milho, de 45° C por 72 horas (Hampton e TeKrony, 1995) e 42° C por 96 horas (Marcos Filho, 1999b); aveia-branca, 42° C por 48 horas (Borsato et al., 2000); soja, 41° C por 48 horas (Krzyzanowski et al., 1991).

Também são encontradas algumas indicações de combinações de temperatura e período de exposição no teste de envelhecimento acelerado para sementes de trigo, de forma que 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 esta 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.

### **2.2.2 Condutividade elétrica**

O teste de condutividade elétrica baseia-se no fato de que o vigor está intimamente, relacionado à integridade do sistema de membranas celulares. Desse modo, quando as sementes são embebidas em água, ocorre a liberação de solutos citoplasmáticos no meio líquido, em intensidade proporcional ao estado de desorganização em que se encontram as membranas (Woodstock, 1973; Grabe, 1976; Marcos Filho et al., 1987; Vieira e Carvalho, 1994). Sementes deterioradas ou danificadas (AOSA, 1983; Hampton, 1995; Powell et al.,

1997), de maior peso e tamanho (Nayeem e Deshpande, 1987) liberam maiores quantidades de exsudatos na solução, resultando em altos valores de condutividade elétrica.

Este teste, inicialmente desenvolvido para sementes de ervilha (Matthews e Bradnock, 1967; Deswal e Sheoran, 1993), sofreu algumas alterações em relação ao número de sementes e volume de água utilizado, sendo, posteriormente, recomendado pela Internacional Seed Testing Association – ISTA (Matthews e Powell, 1981; Hampton, 1995) e pela Association of Official Seed Analysts (AOSA, 1983; Hampton e TeKrony, 1995).

Importantes alterações efetuadas no teste, para obtenção de resultados consistentes, foram obtidas em pesquisas direcionadas às sementes de soja (Loeffler et al., 1988; Krzyzanowski et al., 1991; Hampton et al., 1992; Dias, 1994; Dias e Marcos Filho, 1995; Dias e Marcos Filho, 1996; Vieira et al., 1996).

A determinação da condutividade elétrica na solução também passou a ser estudada e utilizada para outras espécies (AOSA, 1983; Marcos Filho et al., 1987), como: trigo (Sumimy, 1992), algodão (Santos, 1993), milho (Fratin, 1987; Bruggink et al., 1991; Davidson e Moore, 1994; Ribeiro, 1999), feijão (Hampton et al., 1992; Hampton, 1995; Vieira et al., 1996) e hortaliças (Powell, 1998).

Em 2001, esse teste foi recomendado para avaliar o vigor de lotes de sementes, pelo Comitê de Vigor da ISTA (ISTA, 2001), pois preenche alguns requisitos básicos, necessários a um teste de vigor, conforme relacionados por Matthews e Powell (1981), dentre os quais destacam-se: fundamentar-se em base teórica consistente, proporcionar resultados reproduzíveis e, muitas vezes, relacionados com a emergência em campo, além de envolver procedimentos simples, de baixo custo e fornecer resultados com rapidez.

O teste de condutividade elétrica merece atenção especial por parte da pesquisa, em virtude de permitir que o processo de deterioração seja detectado em sua fase inicial e,

conseqüentemente, que medidas sejam tomadas, no sentido de reduzir ou minimizar o seu efeito na qualidade das sementes (Dias e Marcos Filho, 1995).

Porém, a metodologia deve ser ajustada a cada espécie, uma vez que vários fatores podem afetar os resultados desse teste, entre os quais destacam-se: a temperatura da água de embebição e perda de solutos (Murphy e Noland, 1982), os efeitos de diferentes períodos de embebição (Loeffler et al., 1988; Schmitd e Tracy, 1989), o teor de água inicial das sementes (Vieira e Carvalho, 1994), a interferência do genótipo (Powell et al., 1997; Vieira et al., 1996; Nayeem e Deshpande, 1987), retirada de sementes danificadas do teste (Fratin, 1987), qualidade da água (Tao, 1978; Loeffler, 1981), tratamento com fungicidas (AOSA, 1983; Tao, 1978).

### **2.2.3 Crescimento de plântulas**

Este teste visa determinar o vigor relativo de lotes de sementes, avaliando-se o comprimento médio das plântulas normais ou de uma de suas partes (raiz primária, hipocótilo, epicótilo), quando postas a germinar sob condições controladas de ambiente, em geral idênticas às empregadas no teste padrão de germinação (Nakagawa, 1999).

As sementes vigorosas originam plântulas com maior taxa de crescimento, em função de apresentarem maior capacidade de transformação do suprimento de reservas dos tecidos de armazenamento e da maior incorporação destes pelo eixo embrionário (Dan et al., 1987). Desta forma, as amostras que apresentarem maiores valores de comprimento médio de plântulas normais ou das partes destas, são consideradas mais vigorosas.

A escolha da estrutura mais adequada para avaliação do crescimento da plântula é importante para a obtenção de resultados consistentes e comparáveis. Steiner et al. (1989), estudando procedimentos para a condução do teste em sementes de trigo, constataram que a

raiz primária da plântula normal é a estrutura que mais se relaciona com identificação dos níveis de vigor de lotes de sementes.

De acordo com Perry (1977), o comprimento da plântula indica o nível de atividade e a coordenação do metabolismo de germinação, expressando, assim, o vigor da semente; portanto, sua utilização na avaliação do vigor pode ser considerada mais eficiente do que a de parâmetros que requeiram freqüentes observações para que se possa relacionar o potencial fisiológico da semente com o tempo de desenvolvimento da plântula. O mesmo autor ressaltou ainda que esta determinação é mais apropriada para espécies com sementes que produzam plântulas de fácil mensuração, como as de trigo.

No entanto, é um teste que requer um controle rígido quanto à umidade inicial do substrato, luminosidade e temperatura. Ainda, deve-se evitar o tratamento com inseticidas e fungicidas, os quais poderão afetar a germinação e o crescimento da plântula sobre o papel.

A determinação da massa seca também é uma das maneiras de se avaliar o crescimento de plântulas e é capaz de detectar pequenas diferenças de vigor de sementes em razão do genótipo, tamanho da semente, local de produção e de outros fatores.

A massa seca, conforme destacaram Krzyzanowski et al. (1991), é um indicador confiável e sensível do desenvolvimento vegetativo inicial da plântula em campo, embora não se relacione com a percentagem de emergência por uma série de fatores que podem ocorrer em campo, os quais não podem ser controlados ou reproduzidos em laboratório.

Esta é uma determinação que pode ser efetuada em conjunto com o comprimento da plântula e se revelou um parâmetro igualmente sensível, por expressar o vigor de lotes de sementes de soja, com vantagens adicionais de facilidade na execução e simplicidade de equipamento (Dan et al., 1987). No entanto, é fortemente influenciada por fatores genéticos e ambientais (Copeland, 1976).

Nos testes de aferição de vigor para sementes de trigo conduzidos pelo Comitê de Vigor da ABRATES (Irigon e Rossini, 1992), observou-se que a massa seca das plântulas foi a avaliação que apresentou maior reprodutibilidade de resultados entre amostras de um mesmo lote e entre laboratórios; porém, concluiu-se que o teste deve ter sua metodologia ajustada para que possa ser empregado na diferenciação de níveis de vigor entre lotes de sementes de trigo.

De maneira geral, a pesquisa deve oferecer subsídios para o esclarecimento de dúvidas na condução dos testes de vigor para as sementes de trigo.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido em duas etapas, no Laboratório de Sementes do Instituto Agrônomo (IAC), em Campinas-SP. Na primeira etapa, conduzida de março a dezembro de 2003, estudaram-se procedimentos para a condução dos testes de envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e crescimento de plântulas. Na segunda etapa, realizada de fevereiro a agosto de 2004, na avaliação do vigor, foram comparados os procedimentos mais eficientes para a execução de cada teste, selecionados com base nos dados obtidos na primeira etapa.

#### 3.1 Sementes

Para realização dos testes, foram utilizadas sementes de trigo (*Triticum aestivum* L.) ‘IAC-350’ e ‘IAC-370’, cada uma representada por seis lotes com germinação semelhante e superior a 90%, provenientes dos campos de produção de sementes básicas do IAC. As amostras de sementes, recebidas no mês de outubro e novembro de 2002, foram acondicionadas em potes plásticos vedados com fita crepe e mantidas em câmara fria regulada a 5° C, até o início do experimento.

Em março de 2003, por ocasião do início do experimento, 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 (17x17x23 cm), tampados, vedados com fita crepe e mantidos em câmara fria regulada a 5° C, visando minimizar o processo de deterioração durante o período experimental.

Paralelamente, amostras de 200 g de cada repetição foram armazenadas em condições normais de ambiente, para a obtenção de lotes com diferentes graus de deterioração. Para

controlar a infestação por insetos, as sementes foram acondicionadas 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.

Os dados de umidade relativa do ar média e de temperaturas máxima, média e mínima, registrados por termohigrógrafo, obtidos no campo do Centro Experimental Central, durante o período de armazenamento das sementes, encontram-se na Figura 1.

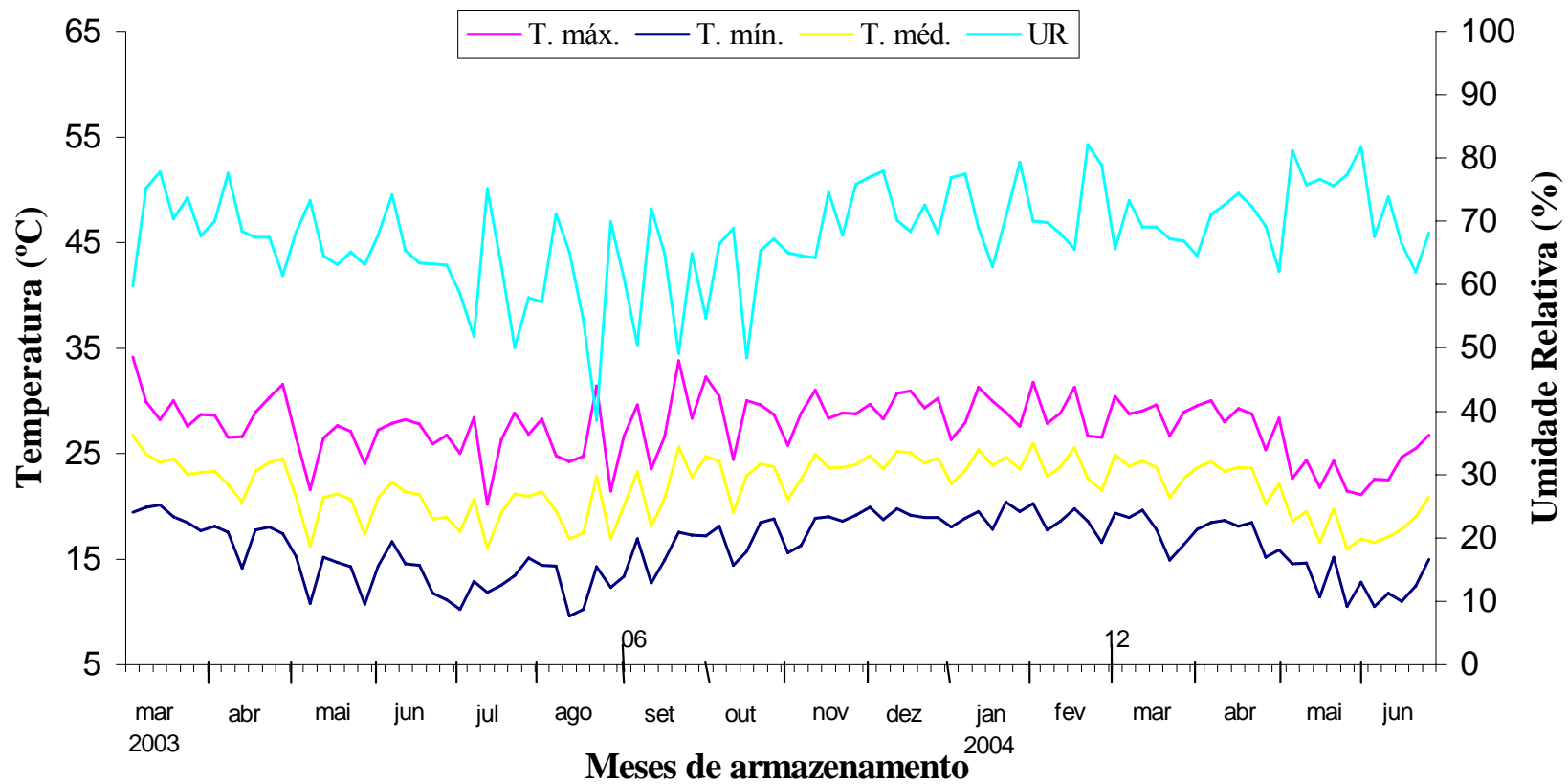


Figura 1 - Dados em quinquênios de temperatura máxima, média, mínima e umidade relativa do ar média, registrados no Centro Experimental Central, em Campinas-SP, durante o período experimental.



### **3.2 Estudo de Procedimentos para a Condução dos Testes de Envelhecimento Acelerado, Condutividade Elétrica e Crescimento de Plântulas (Primeira etapa)**

Nesta etapa foram avaliados diferentes procedimentos de execução dos testes de envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e crescimento de plântulas, utilizando-se sementes mantidas na câmara fria. Testes de germinação, emergência de plântulas em campo e teor de água foram realizados com sementes armazenadas na câmara fria e em condições normais de ambiente.

#### **3.2.1 Germinação**

O teste foi realizado em intervalos trimestrais, com 50 sementes por repetição, distribuídas em rolos de papel toalha “Germitest”, a 20°C constante. 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);

#### **3.2.2 Teor de água**

Esta determinação foi efetuada 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).

#### **3.2.3 Emergência de plântulas em campo**

O teste foi conduzido na época normalmente recomendada para a semeadura do trigo,

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 1 m de comprimento, onde foram distribuídas as sementes a 7 cm de profundidade e cobertas com uma camada de 2 cm de terra. O espaçamento entre sulcos foi de 40 cm. 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 mais adequadas de cada teste para estimar, de forma comparativa entre lotes, o potencial de emergência de plântulas em campo;

### **3.2.4 Envelhecimento acelerado**

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° C, 38° C, 41° C 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 3.2.1, computando-se a percentagem média de plântulas normais para cada lote e combinação, aos quatro dias após a semeadura. Avaliaram-se, também, o teor de água das sementes antes e após os períodos de exposição ao teste.

### **3.2.5 Condutividade elétrica**

O teste foi conduzido com quatro repetições de 50 sementes por lote, de acordo com o método proposto por Loeffler et al., (1988). As sementes foram colocadas no interior de copos plásticos (diâmetro da base de 6 cm), após pesagem (precisão de 0,01g) e a cada copo foram

adicionados 75 ml de água destilada. As sementes imersas permaneceram em germinador regulado a 25° C ou 30° C, durante seis, 18 ou 24 horas. A condutividade da solução foi avaliada em condutivímetro e expressa em  $\mu\text{mhos/cm/g}$ .

### **3.2.6 Crescimento de plântulas**

Este teste foi conduzido a 20° C constantes, em rolos de papel toalha “Germitest” com quatro repetições de 50 sementes por lote e por tratamento. O volume de água para a embebição foi equivalente a 2,5 vezes a massa do substrato. As sementes foram dispostas com a extremidade da radícula para baixo sobre uma linha traçada no terço superior do papel substrato. A semeadura foi escalonada no tempo, de forma que o intervalo entre a avaliação do primeiro e do último rolo, semeados praticamente no mesmo horário, não ultrapassasse meia hora. Os rolos foram agrupados com atilhos de borracha e fechados em sacos plásticos. O teste foi conduzido no escuro ou sob luz fria fluorescente permanente. Aos cinco ou aos sete dias após a semeadura, a parte aérea e a raiz primária das plântulas normais foram medidas quanto ao comprimento, em mm; a massa seca foi determinada após a remoção das cariopses e secagem durante 24 horas a 80°C. Os resultados foram informados, respectivamente, em mm/plântula e mg/plântula.

### **3.3 Comparação entre Testes para Avaliação do Potencial Fisiológico de Sementes de Trigo (Segunda etapa)**

Nesta segunda etapa, compararam-se os resultados mais promissores dos procedimentos eleitos na primeira etapa para execução dos testes de envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e crescimento de plântulas.

### **3.3.1 Germinação**

O teste foi realizado como descrito no item 3.2.1.

### **3.3.2 Teor de água**

Esta determinação foi efetuada como descrita no item 3.2.2.

### **3.3.3 Emergência de plântulas em campo**

O teste foi conduzido em março/abril de 2004, como descrito no item 3.2.3.

### **3.3.4 Envelhecimento acelerado**

O teste foi conduzido como descrito no item 3.2.4., utilizando-se as combinações 43°C/48 h e 43°C/72 h para a 'IAC-350' e 41°C/72 h, 41°C/96 h, 43°C/48 h e 43°C/72 h para a 'IAC-370'.

### **3.3.5 Condutividade elétrica**

Adotou-se o mesmo procedimento descrito no item 3.2.5, utilizando-se as combinações de 25°C/18 horas, 25°C/24 horas e 30°C/18 horas.

### **3.3.6 Crescimento de plântulas**

Utilizou-se o mesmo procedimento do item 3.2.6; porém, em função dos resultados obtidos na primeira etapa, o teste foi conduzido sob luz fria fluorescente e as determinações de tamanho e massa seca das plântulas normais, realizadas aos cinco e aos sete dias.

### **3.4 Procedimento estatístico**

O delineamento experimental empregado nos testes 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 dos testes de germinação, envelhecimento acelerado e emergência de plântulas em campo foram transformados em  $\text{arc sen } \sqrt{x/100}$ , enquanto os de condutividade elétrica e crescimento de plântulas não sofreram transformação.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, separadamente para cada cultivar e para cada teste, nas duas etapas. Nos testes de envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e crescimento de plântulas, os dados foram analisados em esquema fatorial (Lote x Tratamento), 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.

Os esquemas de análises de variância referentes a germinação e emergência de plântulas em campo encontram-se nas Tabelas 1 e 2 respectivamente; para os testes de envelhecimento acelerado (EA), condutividade elétrica (CE) e crescimento de plântulas (CP) na 1ª etapa, encontram-se na Tabela 3 e os da 2ª etapa, na Tabela 4.

Tabela 1. Esquema de análise de variância dos dados de germinação para cada cultivar.

Causas de variação	Graus de liberdade
Lotes	5
Resíduo	18
Total	23

Tabela 2. Esquema de análise de variância dos dados de emergência de plântulas em campo para cada cultivar.

Causas de variação	Graus de liberdade
Blocos	3
Lotes	5
Resíduo	15
Total	23

Tabela 3. Esquema de análise de variância dos dados de envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e crescimento de plântulas na 1ª etapa.

Causas de variação	Graus de liberdade		
	EA	CE	CP
Tratamentos	11	5	3
Lotes	5	5	5
Tratamentos x Lotes	55	25	15
Resíduo	216	108	72
Total	287	143	95

Tabela 4. Esquema de análise de variância dos dados de envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e crescimento de plântulas na 2ª etapa.

Causas de variação	Graus de liberdade			
	EA		CE	CP
	IA	IAC		
Tratamentos	1	3	2	1
Lotes	5	5	5	5
Tratamentos x Lotes	5	15	10	5
Resíduo	36	72	54	36
Total	47	95	71	47

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Avaliação Inicial da Qualidade das Sementes**

Na Figura 1 encontram-se os dados de umidade relativa do ar e de temperaturas média, mínima e máxima, registrados no Centro Experimental de Campinas, onde as sementes foram armazenadas em ambiente não controlado, durante o período experimental e na Tabela 5 os dados de teor de água das sementes, obtidos no mesmo período.

Para as sementes armazenadas em condições normais de ambiente, o teor de água variou de 11,1% (Tabela 5) nas épocas mais secas do ano, julho a outubro/2003 (Figura 1), a 13,2% (Tabela 5) nas épocas mais úmidas, dezembro/2003 a abril/2004 (Figura 1).

O teor de água das sementes armazenadas em câmara fria (Tabela 6) 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 resultados dos testes conduzidos.

Este fato é importante para a execução dos testes, considerando-se que a uniformização do teor de água das sementes é fator imprescindível para a padronização das avaliações e obtenção de resultados consistentes (Marcos Filho et al., 1987; Loeffler et al., 1988; Krzyzanowski et al., 1991; Marcos Filho, 1999b).



Tabela 5. Dados médios do teor de água das sementes armazenadas em condições normais de ambiente de doze lotes de sementes de trigo, IAC-350 e IAC-370, em intervalos trimestrais.

Cultivar	Lote	Períodos					
		Inicial	2º trim.	3º trim.	4º trim.	5º trim.	6º trim.
		.....%					
<b>IAC-350</b>	1	12,6	12,1	11,9	12,3	12,6	13,2
	2	12,6	12,7	11,8	12,0	12,6	13,0
	3	12,5	12,5	11,7	12,5	12,5	12,7
	4	12,7	11,9	11,8	12,3	12,7	13,1
	5	12,8	12,6	11,8	12,7	12,2	13,0
	6	12,5	12,1	11,8	12,4	12,5	12,8
<b>IAC-370</b>	7	12,2	12,7	11,4	12,0	12,2	12,2
	8	11,3	12,4	11,1	12,1	12,3	11,4
	9	12,7	11,9	11,7	12,9	13,0	12,7
	10	11,1	12,3	11,5	12,2	12,1	11,1
	11	11,1	12,1	11,4	11,9	12,1	11,1
	12	12,7	13,0	11,8	12,1	12,9	12,5

Tabela 6. Dados médios do teor de água nas épocas dos testes de germinação (G) e de emergência de plântulas em campo (EPC) das sementes de doze lotes, cultivares de trigo IAC-350 e IAC-370, armazenadas em câmara fria (CF) e em condições normais de ambiente (CA).

Cultivar	Lote	CF		CA	
		G <sup>1</sup>	EPC	EPC <sup>2</sup>	
				2003	2004
		%.....			
<b>IAC-350</b>	1	12,9	13,1	12,6	12,6
	2	12,7	12,7	12,5	12,6
	3	12,5	12,4	12,2	12,5
	4	12,8	12,7	12,7	12,7
	5	12,8	12,7	12,7	12,2
	6	12,4	12,1	12,3	12,5
<b>IAC-370</b>	7	12,3	12,6	12,1	12,2
	8	11,4	11,4	11,4	12,3
	9	12,6	12,9	12,3	13,0
	10	11,3	11,2	11,6	12,1
	11	11,1	10,9	11,2	12,1
	12	12,6	12,9	12,3	12,9

<sup>1</sup> Médias de seis épocas de testes, realizadas em intervalos trimestrais.

<sup>2</sup> Médias obtidas após 12 meses de armazenamento. (abril /2004)

Na Tabela 7, encontram-se os resultados obtidos no teste de germinação e de emergência de plântulas em campo, conduzidos com as sementes armazenadas em câmara fria e em condições normais de ambiente.

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

significativamente entre si durante todo o período experimental, conforme mostram as médias apresentadas. A utilização de lotes como estes é essencial para o desenvolvimento 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 ser 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 para 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 sendo confirmada a classificação de vigor intermediário para os Lotes 5 e 6 da cultivar IAC-350 e o Lote 11 da cultivar IAC 370 como o mais vigoroso.

Tabela 7. Dados médios de germinação (G) e de 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 ambiente (CA).

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

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

<sup>2</sup> Médias de seis épocas de testes, realizadas em intervalos trimestrais.

<sup>3</sup> Médias obtidas após 16 meses de armazenamento.

<sup>4</sup> Médias obtidas após 12 meses de armazenamento.

<sup>ns</sup> Não significativo.

## **4.2 Estudos de Procedimentos para Condução dos Testes de Envelhecimento Acelerado, Condutividade Elétrica e Crescimento de Plântulas (Primeira etapa)**

### **4.2.1 Envelhecimento acelerado**

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 8 e 9 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 8). 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 7); 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 8).

Nos testes conduzidos a 43°C, nos períodos de 48 e 72 horas (Tabela 8), 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 7). 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 8).

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 9), 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, durante 48 horas. Ainda, 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 (1999b), quanto à sensibilidade ao estresse imposto pela temperatura.

Nas demais combinações de temperatura e período de envelhecimento, 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 7), 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.

Com base no exposto, nesta etapa as melhores combinações foram 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'.



Tabela 8. Dados médios obtidos para o teste de envelhecimento acelerado (1ª etapa) de seis lotes de sementes de trigo, cultivar IAC-350.

Cultivar	Temperatura	Período (horas)	Lote					
			1	2	3	4	5	6
			.....%					
<b>IAC-350</b>	35°C	48	88 ab <sup>1</sup>	87 ab	86 ab	93 a	89 ab	79 b
		72	93 <sup>ns</sup>	94	88	88	94	86
		96	81 ab	92 a	80 b	86 ab	87 ab	84 ab
	38°C	48	95 <sup>ns</sup>	92	90	92	96	85
		72	76 <sup>ns</sup>	73	85	82	78	80
		96	82 <sup>ns</sup>	76	72	77	74	72
	41°C	48	94 <sup>ns</sup>	91	95	92	85	92
		72	77 <sup>ns</sup>	62	68	77	62	73
		96	3 <sup>ns</sup>	3	3	3	5	2
	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					

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

<sup>ns</sup> Não significativo.

Tabela 9. Dados médios obtidos para o teste de envelhecimento acelerado (1ª etapa) de seis lotes de sementes de trigo, cultivar IAC-370.

Cultivar	Temperatura	Período (horas)	Lote					
			7	8	9	10	11	12
			.....%					
<b>IAC-370</b>	35°C	48	80 b <sup>1</sup>	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 <sup>ns</sup>	82	85	85	90	84
		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					

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

<sup>ns</sup> Não significativo.

#### 4.2.2 Condutividade elétrica

Os resultados obtidos na avaliação do vigor das sementes pelo teste de condutividade elétrica estão apresentados nas Tabelas 10 e 11 para as cultivares IAC-350 e IAC-370, respectivamente.

Observou-se que a 25° C durante 18 ou 24 horas (Tabela 10), o teste identificou o Lote

4 como o menos vigoroso de maneira consistente e semelhante à indicada pelos testes de germinação e emergência de plântulas em campo 2004, realizados com sementes armazenadas em condições normais de ambiente (Tabela 7). A 25° C durante seis horas, o teste não foi eficiente em diferenciar os níveis de vigor dos lotes dessa cultivar. Como no teste de envelhecimento acelerado (Tabelas 8 e 9), os lotes da cultivar IAC-350 (Tabela 10) apresentaram, de modo geral, diferenças menos acentuadas de vigor, em comparação a 'IAC-370' (Tabela 11); e segundo Loeffler et al. (1988), lotes que apresentam diferenças de vigor menos acentuadas, necessitam de períodos mais longos de condicionamento, para que sejam detectadas diferenças de qualidade entre os mesmos pelo teste de condutividade elétrica.

Por outro lado, a 30°C, o teste não foi eficiente em diferenciar os níveis de vigor dos lotes mesmo nos maiores períodos (Tabela 10), embora no período de 18 horas, a ordenação dos valores numéricos tenha sido semelhante à verificada na combinação 25° C /24 horas, de forma que o Lote 4 também foi o que apresentou o maior valor numérico de condutividade elétrica.

Como era esperado, os valores de condutividade aumentaram em função da duração do período de embebição nas duas temperaturas. Esse aumento se deve a elevação da concentração de eletrólitos no meio aquoso, à medida em que as sementes foram expostas a períodos mais longo de condicionamento, o que se mostra coerente com as observações de Loeffler et al. (1988), Marcos Filho et al. (1990) e Dias et al. (1996).

Com relação à cultivar IAC-370 (Tabela 11), em todas as combinações de temperatura e período de embebição, o teste classificou os lotes em diferentes níveis de vigor. Conforme salientaram Vieira et al. (1996), genótipos distintos podem gerar diferenças significativas nos valores de condutividade. A interferência do genótipo nas leituras de condutividade também foi constatada por Santipracha et al. (1997), em sementes de milho.

Nos testes conduzidos a 25° C e 30° C no período de 18 horas, a condutividade elétrica proporcionou a classificação dos lotes em diferentes níveis de vigor, de maneira mais próxima àquela observada no teste de emergência de plântulas no campo, realizado em 2004, com sementes armazenadas em condições normais de ambiente. Desta forma, o Lote 11 foi identificado como o mais vigoroso e os Lotes 7 e 9 como os de vigor mais baixo.

A 25° C/ 24 horas, embora o Lote 11 também tenha sido identificado como de alto vigor e os Lotes 7 e 9 como os menos vigorosos, os Lotes 8, 10 e 12 também se classificaram entre os de maior vigor. Por outro lado, a 30° C/ 24 horas, não foi verificada a ordenação dos lotes da maneira indicada, de modo geral, pelos testes de emergência de plântulas em campo, realizados com sementes armazenadas em câmara fria ou em condições normais de ambiente e pelo teste de germinação conduzido após o armazenamento (Tabela 7).

Nas combinações 25° C e 30° C durante 6 horas, o teste também não apresentou resultados consistentes, pois classificou o Lote 9 entre os de maior vigor e não o diferenciou dos Lotes 10, 11 e 12.

Dessa forma, as combinações de temperatura e período consideradas mais promissoras nesta etapa foram 25° C/18 e 24horas e 30° C/18 horas.

Tabela 10. Dados médios obtidos para o teste de condutividade elétrica (1ª etapa) de seis lotes de sementes de trigo, cultivar IAC-350.

Cultivar	Temperatura	Período (horas)	Lote					
			1	2	3	4	5	6
			.....µmho/cm/g.....					
<b>IAC-350</b>	25°C	6	17,2 <sup>ns</sup>	17	16,8	16,4	17,3	16,8
		18	21,9 ab <sup>1</sup>	23,1 ab	21,6 ab	25,2 b	23,0 ab	20,7 a
		24	25,5 ab	26,1 ab	29,2 bc	30,2 c	24,9 a	26,4 abc
	30°C	6	19,3 <sup>ns</sup>	18,6	17,6	18,2	16,6	17,0
		18	24,0 <sup>ns</sup>	24,3	25,1	25,6	23,9	24,1
		24	27,3 <sup>ns</sup>	27,3	26,7	26,4	26,1	26,2
			CV = 8,5%					

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

<sup>ns</sup> Não significativo.

Tabela 11. Dados médios obtidos para o teste de condutividade elétrica (1ª etapa) de seis lotes de sementes de trigo, cultivar IAC-370.

Cultivar	Temperatura	Período (horas)	Lote					
			7	8	9	10	11	12
			.....µmho/cm/g.....					
<b>IAC-370</b>	25°C	6	25,3 b <sup>1</sup>	25,4 b	12,5 a	9,7 a	10,1 a	14,1 a
		18	34,3 c	18,8 ab	32,7 c	16,0 ab	14,6 a	21,3 b
		24	34,4 b	20,9 a	34,4 b	17,2 a	16,9 a	21,9 a
	30°C	6	23,6 b	30,7 c	15,4 a	11,9 a	12,7 a	17,3 a
		18	37,7 d	24,0 bc	35,5 d	18,4 ab	17,2 a	26,7 c
		24	43,4 c	38,1 c	23,7 ab	25,9 ab	20,5 a	26,6 b
			CV = 12,0%					

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

### 4.2.3 Crescimento de plântulas

Os resultados do teste de crescimento de plântulas, consistindo nas medidas do comprimento da raiz primária (CRP), comprimento do epicótilo (CEp), comprimento total da plântula (CT) e massa seca (MS), nos diferentes tratamentos, estão apresentados nas Tabelas 12 e 13.

A análise dos resultados permitiu verificar, de maneira geral, para a cultivar IAC-350, que apenas a avaliação do comprimento da raiz primária (CRP) das plântulas resultantes de sementes expostas à luz durante cinco dias classificou os lotes em níveis de vigor; cabe ressaltar que apenas o Lote 1 foi classificado como o menos vigoroso, de maneira semelhante ao teste de emergência de plântulas em campo, realizado em 2004 com sementes armazenadas na câmara fria (Tabela 7).

Esses resultados, obtidos para lotes com elevado potencial fisiológico, coincidem com aqueles obtidos por Edje e Burris (1970) em sementes de soja, em que a determinação do comprimento da plântula permitiu diferenciar apenas diferenças acentuadas de vigor.

Para a cultivar IAC-370 (Tabela 13), o teste conduzido sob luz durante cinco dias, mostrou-se o mais eficiente em classificar lotes quanto aos níveis de vigor. Observa-se que na realização de todas as medidas (CRP, CEp, CT e MS), o Lote 9 foi classificado como o menos vigoroso e o Lote 11 entre os mais vigorosos, assim como nos testes de germinação e de emergência de plântulas em campo (Tabela 7), realizados com sementes mantidas em câmara fria ou em condições normais de ambiente.

Entretanto, o Lote 10 também se classificou entre os de vigor mais elevado, nas avaliações do comprimento da raiz primária, comprimento total, e massa seca; o mesmo ocorreu para o Lote 12, nas avaliações do comprimento do epicótilo e massa seca.

Todas essas avaliações realizadas no teste conduzido sob luz durante cinco dias

propiciaram uma classificação de lotes em níveis de vigor que se assemelhou às obtidas nos testes de avaliação inicial das sementes (Tabela 7), onde os Lotes 10 e 12 se revezaram como mais vigorosos e ou intermediários. Desta forma, estes resultados confirmam que sementes que produzem maior quantidade de massa seca são mais vigorosas (Popinigis, 1985).

O teste de crescimento de plântulas conduzido sob luz durante sete dias ou no escuro durante cinco ou sete dias não apresentou sensibilidade suficiente para separar os lotes em níveis de vigor ou não o fez de maneira consistente (Tabela 13).

Por exemplo, na avaliação do comprimento da raiz primária, o teste conduzido no escuro, durante cinco ou sete dias, não diferiu os Lotes 7, 8, 9, 10 e 11 e identificou o Lote 12 como o menos vigoroso; esta classificação não coincidiu com a verificada nos testes de emergência de plântulas em campo realizados em 2004 com sementes mantidas em câmara fria ou em condições normais de ambiente (Tabela 7).

No teste conduzido no escuro durante cinco ou sete dias, o comprimento do epicótilo não separou os lotes em níveis de vigor; o mesmo ocorreu na avaliação do comprimento total quando o teste foi realizado no escuro por sete dias e na da massa seca quando avaliada após cinco dias no escuro.

Assim, os procedimentos mais promissores nesta etapa foram os conduzidos sob luz, durante cinco e sete dias.

Tabela 12. Dados médios obtidos para o teste de crescimento de plântulas de seis lotes de sementes de trigo, cultivares IAC-350.

Cultivar	Lote	Tratamentos			
		Luz /5 dias	Luz /7 dias	Escuro /5 dias	Escuro /7 dias
.....Comprimento Raiz Primária (mm).....					
	1	81 c <sup>1</sup>	121 <sup>ns</sup>	132 <sup>ns</sup>	192 <sup>ns</sup>
	2	88 bc	125	135	195
	3	92 abc	127	144	196
	4	97 ab	124	131	189
	5	102 a	124	139	195
	6	98 ab	132	139	187
CV (%) = 4,8					
.....Comprimento Epicótilo (mm).....					
	1	50 <sup>ns</sup>	83 <sup>ns</sup>	58 <sup>ns</sup>	110 <sup>ns</sup>
	2	55	84	57	110
	3	63	83	60	118
	4	62	73	56	109
	5	62	75	59	110
	6	54	84	60	106
CV (%) = 10,3					
<b>IAC-350</b>	.....Comprimento Total (mm).....				
	1	131 <sup>ns</sup>	203 <sup>ns</sup>	190 <sup>ns</sup>	302 <sup>ns</sup>
	2	142	209	192	305
	3	155	209	203	313
	4	158	193	188	297
	5	163	198	198	305
	6	152	216	199	292
CV (%) = 6,5					
.....Massa Seca (mg).....					
	1	7,9 <sup>ns</sup>	11,2 <sup>ns</sup>	9,6 <sup>ns</sup>	13,9 <sup>ns</sup>
	2	8,8	11,2	9,5	13,9
	3	9,6	11,7	9,4	13,9
	4	9,3	10,0	9,1	13,5
	5	9,5	11,3	9,6	14,5
	6	8,5	10,8	9,5	13,7
CV (%) = 7,0					

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% pelo teste de Tukey.

<sup>ns</sup> Diferenças não significativas.



Tabela 13. Dados médios obtidos para o teste de crescimento de plântulas de seis lotes de sementes de trigo, cultivares IAC-370.

Cultivar	Lote	Tratamentos			
		Luz /5 dias	Luz /7 dias	Escuro /5 dias	Escuro /7 dias
.....Comprimento Raiz Primária (mm).....					
	7	93 b <sup>1</sup>	165 ab	116 a	173 a
	8	89 b	168 a	122 a	171 a
	9	74 c	155 bc	111 a	170 a
	10	107 a	156 bc	116 a	175 a
	11	108 a	160 abc	116 a	177 a
	12	98 ab	151 c	98 b	158 b
CV (%) = 4,3					
.....Comprimento Epicótilo (mm).....					
	7	47 bc	98 a	47 <sup>ns</sup>	79 <sup>ns</sup>
	8	42 cd	91 ab	47	80
	9	38 d	88 bc	44	74
	10	55 ab	81 c	44	75
	11	58 a	83 bc	44	73
	12	59 a	84 bc	43	79
CV (%) = 5,8					
<b>IAC-370</b>	.....Comprimento Total (mm).....				
	7	140 bc	263 a	164 a	252 <sup>ns</sup>
	8	130 c	260 ab	169 a	251
	9	112 d	244 bc	155 ab	244
	10	161 a	237 bc	160 a	250
	11	165 a	243 bc	160 a	250
	12	157 ab	235 c	141 b	237
CV (%) = 4,3					
.....Massa Seca (mg).....					
	7	8,6 b	14,6 <sup>ns</sup>	9,3 <sup>ns</sup>	12,3 b
	8	7,9 bc	14,3	9,0	12,3 b
	9	6,9 c	14,5	8,7	13,0 ab
	10	10,4 a	13,3	9,5	13,2 ab
	11	11,0 a	14,5	9,3	14,2 a
	12	10,5 a	13,9	8,3	13,5 ab
CV (%) = 6,3					

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% pelo teste de Tukey.

<sup>ns</sup> Diferenças não significativas.

### 4.3 Comparação entre Testes para Avaliação do Potencial Fisiológico de Sementes de Trigo (Segunda etapa)

Nesta etapa foram analisados os resultados dos testes de envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e crescimento de plântulas, conduzidos com os mesmos lotes de sementes, empregando-se as metodologias eleitas na primeira etapa.

Com relação ao teor de água inicial, observa-se que os valores foram semelhantes entre os lotes estudados, fato este considerado importante para a padronização das avaliações e obtenção de resultados confiáveis (Tabela 14).

Tabela 14. Dados médios do teor de água inicial, na segunda etapa, para doze lotes de sementes de trigo, cultivar IAC-350 e IAC-370.

Cultivar	Lote	Teor de água inicial .....%.....
IAC-350	1	12,9
	2	12,5
	3	12,8
	4	12,9
	5	13,0
	6	12,8
IAC-370	7	12,3
	8	11,7
	9	12,7
	10	11,4
	11	11,3
	12	12,6

### 4.3.1 Envelhecimento Acelerado

Na Tabela 15, encontram-se os resultados obtidos para o teste de envelhecimento acelerado. Verificou-se que a 43°C/48 horas, o envelhecimento acelerado identificou o Lote 3 da 'IAC-350' como o mais vigoroso e o Lote 4 como o menos vigoroso assim como o teste de germinação e emergência de plântulas em campo, conduzidos com sementes armazenadas em condições normais de ambiente (Tabela 7). Também classificou o Lote 2 entre os mais vigorosos, da mesma maneira que o teste de emergência de plântulas em campo, realizado em 2004 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 (Tabela 16), 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 16) é mais eficiente, revelando tendências semelhantes aos teste de emergência de plântulas em campo (CF e CA) (Tabela 7), embora pequenas variações tenham ocorrido. Assim, enfatiza-se a importância do uso de mais de um teste para determinar o vigor dos lotes de sementes (Marcos Filho, 1998) devido à influência dos métodos adotados e uso de situações específicas de estresse para estimar o comportamento relativo dos lotes em campo e no armazenamento (TeKrony e Egli, 1977; Carvalho e Nakagawa, 2000).

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 da 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 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 et al.(2002).

Tabela 15. Dados médios obtidos para o teste de envelhecimento acelerado (2ª etapa) de seis lotes de sementes de trigo, cultivar IAC-350.

Cultivar	Temperatura	Período (horas)	Lote					
			1	2	3	4	5	6
			.....%.....					
<b>IAC-350</b>	43°C	48	89 ab <sup>1</sup>	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					

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

Tabela 16. Dados médios obtidos para o teste de envelhecimento acelerado (2ª etapa) de seis lotes de sementes de trigo, cultivar IAC-370.

Cultivar	Temperatura	Período (horas)	Lotes					
			7	8	9	10	11	12
			.....%.....					
<b>IAC-370</b>	41°C	72	73 bc <sup>1</sup>	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					

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

Nas Tabelas 17 e 18 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 17), 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 18). Todavia, diferenças de grau de umidade de 1 a 2% entre amostras não são comprometedoras, segundo Marcos Filho (1999 b).

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, 1999b). Nesse teste verifica-se que a variação máxima encontrada foi de 3,8%, e, portanto, abaixo daquele limite.

Tabela 17. Dados 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	Temperatura	Período (horas)	Lote					
			1	2	3	4	5	6
			.....%.....					
		Antes EA	12,7	12,6	12,6	12,6	12,7	12,7
<b>IAC-350</b>	43°C	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 18. Dados 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	Temperatura	Período (horas)	Lote					
			7	8	9	10	11	12
			.....%.....					
	Antes EA		11,8	11,7	12,3	11,0	11,1	12,2
<b>IAC-370</b>	41°C	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

#### 4.3.2 Condutividade Elétrica

Na Tabela 19, encontram-se os resultados obtidos para o teste de condutividade elétrica. Observa-se que para a cultivar IAC-350, o teste não mostrou sensibilidade para detectar diferenças dos níveis de vigor entre os lotes. No entanto, comparando-se os valores numéricos, nota-se que tanto a 25° C quanto a 30° C no período de 18 horas, o Lote 4 foi o que apresentou o maior valor numérico de condutividade, confirmando a mesma tendência que havia sido evidenciada na etapa anterior por este teste e pela maioria dos testes conduzidos, que identificaram de forma consistente este lote como o menos vigoroso.

Para a ‘IAC-370’, o teste realizado a 25° C nos períodos de 18 e 24 horas ou 30°C por 18 horas revelou as mesmas tendências quanto à classificação dos lotes em níveis de vigor, tendo indicado os Lotes 10 e 11 como os mais vigorosos de maneira consistente e semelhante ao teste de emergência de plântulas no campo conduzido em 2004 com sementes que estavam em câmara fria (Tabela 7); porém, não identificou o menor vigor do Lote 9, revelado de forma consistente pela maioria dos testes realizados, tendo este sido classificado como de vigor

intermediário.

Nota-se que na primeira etapa, este teste apresentou resultados que se aproximaram mais dos resultados obtidos nas avaliações iniciais (Tabela 7), de forma que esta metodologia merece continuar sendo ajustada para a obtenção de informações mais seguras, visando a inserção desse teste em um programa de controle de qualidade de sementes de trigo. O referido teste ainda pode se constituir em uma opção promissora, em razão da sua simplicidade de execução e rapidez.

Apesar da menor precisão das informações geradas na segunda etapa, 25° C ou 30° C durante 18 horas mostraram-se combinações promissoras de temperatura/período para a condução do teste, por terem proporcionado resultados que sugeriram a diferenciação de lotes das duas cultivares, que mais se aproximaram das verificadas após o armazenamento das sementes em condições normais de ambiente e nos testes de emergência de plântulas (Tabela 7).

No entanto, 25° C é a temperatura recomendada para a condução do teste (AOSA, 1983; Loeffler et al., 1988; Vieira et al., 1998), por ser mais próxima das temperaturas que ocorrem normalmente em condições de laboratório e, portanto, pode ser mais facilmente mantida pelos equipamentos empregados. Além disso, evita alterações na leitura durante à exposição ao ambiente na ocasião da avaliação, também por ser mais próxima das temperaturas internas dos laboratórios.

Tabela 19. Dados médios para o teste de condutividade elétrica (2ª etapa) de doze lotes de sementes de trigo, IAC-350 e IAC-370.

Cultivar	Temperatura Período	Tratamentos		
		25° C		30° C
		18	24	18
	Lote	.....		µmho/cm/g
IAC-350	1	23,9 <sup>ns</sup>	23,8 <sup>ns</sup>	21,6 <sup>ns</sup>
	2	24,0	24,6	22,5
	3	23,0	22,2	21,7
	4	26,1	23,3	23,1
	5	25,6	23,2	22,1
	6	25,1	22,4	22,2
		CV (%) = 10,3		
IAC-370	7	27,7 c	30,0 c	31,2 c
	8	27,4 c	30,9 c	29,4 c
	9	15,9 ab	18,0 ab	17,8 ab
	10	13,3 a	16,1 a	16,0 a
	11	13,5 a	15,4 a	15,8 a
	12	18,3 b	20,5 b	19,6 b
		CV (%) = 10,2		

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% pelo teste de Tukey.

#### 4.3.3 Crescimento de Plântulas

Nas Tabelas 20 e 21, encontram-se os dados do teste de crescimento de plântulas para as cultivares IAC-350 e IAC-370, respectivamente.

Krzyzanowski et al.(1991) relataram que este teste é capaz de identificar pequenas diferenças de vigor entre lotes de sementes de soja, devido ao genótipo, tamanho das



sementes, local de produção e outros fatores.

Porém, para a 'IAC-350' (Tabela 20), nenhuma das avaliações realizadas (CPR, CEp, CT e MS) separou os lotes em níveis de vigor, confirmando o que ocorreu na primeira etapa, com exceção da avaliação do comprimento da raiz primária (CRP), realizada sob luz durante cinco dias. No entanto, na classificação dos lotes obtida, apenas a indicação de menor vigor para o Lote 1 havia coincidido com o resultado de emergência de plântulas em campo, realizado em 2004 com as sementes mantidas em câmara fria (Tabela 7).

Para a cultivar IAC-370 (Tabela 21), o comprimento da raiz primária, obtido no procedimento com luz durante cinco ou sete dias, foi a avaliação que propiciou a classificação dos lotes que mais se aproximou à verificada nos testes de germinação e emergência de plântulas em campo (Tabela 7), estimando o menor vigor do Lote 9 e identificando os Lotes 10 e 11 como os mais vigorosos, de maneira consistente.

De modo diferente da etapa anterior e dos testes iniciais, a avaliação da massa seca, para a cultivar IAC-370, nesta etapa, não ordenou os lotes de maneira consistente, de forma que os procedimentos para a execução do teste de crescimento de plântulas merecem continuar sendo estudados, para que a determinação da massa seca possa ser empregada na avaliação de níveis de vigor, uma vez que é um indicador sensível do desenvolvimento vegetativo inicial da plântula em campo (Krzyzanowski et al., 1991).

As avaliações do comprimento do epicótilo e comprimento total, obtidos sob luz durante cinco e sete dias, apresentaram menor eficiência para separar os lotes quanto ao vigor.

Considerando-se os resultados obtidos, de modo geral, apesar da menor precisão verificada na segunda etapa, a avaliação do comprimento da raiz primária, quando se conduziu o teste sob luz durante cinco dias mostrou-se a opção mais promissora dentre as

alternativas estudadas para a realização do teste, principalmente por ter diferenciado os lotes da cultivar IAC-370, de maneira coerente, em comparação à revelada pelos testes iniciais.

Tabela 20. Dados médios obtidos para o teste de crescimento de plântulas (2ª etapa) de seis lotes de sementes de trigo, cultivar IAC-350.

Cultivar	Lote	Tratamentos	
		Luz / 5 dias	Luz / 7 dias
IAC-350	..Comprimento Raiz Primária (mm)..		
	1	96 <sup>ns</sup>	167 <sup>ns</sup>
	2	99	160
	3	100	140
	4	98	153
	5	94	158
	6	100	162
	CV (%) = 13,2		
	.....Comprimento Epicótilo (mm).....		
	1	55 <sup>ns</sup>	107 <sup>ns</sup>
	2	57	108
	3	54	101
	4	56	106
	5	55	108
	6	54	102
	CV (%) = 5,4		
	.....Comprimento Total (mm) .....		
	1	151 <sup>ns</sup>	274 <sup>ns</sup>
	2	157	268
	3	153	240
	4	154	259
	5	150	266
	6	154	263
	CV (%) = 9,4		
	.....Massa Seca (mg) .....		
	1	8,6 <sup>ns</sup>	12,0 <sup>ns</sup>
	2	9,0	11,9
	3	8,5	11,7
4	8,3	11,6	
5	7,9	12,0	
6	7,4	11,5	
CV (%) = 7,3			

<sup>ns</sup> não significativo.

Tabela 21. Dados médios obtidos para o teste de crescimento de plântulas (2ª etapa) de seis lotes de sementes de trigo, cultivar IAC-370.

Cultivar	Lote	Tratamentos	
		Luz / 5 dias	Luz / 7dias
<b>IAC-370</b>		..Comprimento Raiz Primária (mm)..	
	7	98 a <sup>1</sup>	161 a
	8	104 a	162 a
	9	89 b	150 b
	10	100 a	158 a
	11	97 a	160 a
	12	90 b	152 b
		CV (%) = 3,8	
		.....Comprimento Epicótilo (mm).....	
	7	52 a	86 a
	8	52 a	85 a
	9	39 b	82 ab
10	47 a	80 ab	
11	47 a	80 ab	
12	48 a	77 b	
	CV (%) = 4,6		
	.....Comprimento Total (mm) .....		
7	149 a	246 a	
8	155 a	247 a	
9	128 c	232 c	
10	147 ab	238 ab	
11	144 ab	229 ab	
12	138 bc	240 bc	
	CV (%) = 3,3		
	.....Massa Seca (mg) .....		
7	8,4 b	13,0 b	
8	8,4 b	13,0 b	
9	8,8 ab	13,2 ab	
10	9,0 a	15,1 a	
11	8,8 ab	14,2 ab	
12	8,4 b	12,8 b	
	CV (%) = 6,3		

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si a 5%

de pelo teste de Tukey.

<sup>ns</sup> não significativo.

#### 4.3.4 Considerações Finais

Analisando de forma comparativa os resultados obtidos para os testes de envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e crescimento de plântulas, evidenciaram-se as diferenças menos acentuadas de vigor entre lotes da cultivar IAC-350 em comparação aos da ‘IAC-370’.

Desta forma, verificou-se que os três testes foram capazes de identificar, com maior ou menor eficiência, diferenças mais acentuadas de vigor. Assim, lotes menos vigorosos e/ou mais vigorosos, principalmente da ‘IAC-370’, de modo geral, foram identificados de forma compatível com a classificação em níveis de vigor, obtida nos testes de emergência de plântulas em campo, realizados com sementes mantidas em câmara fria e de germinação e emergência de plântulas em campo, realizados com sementes armazenadas em condições normais de ambiente.

Dentre os testes avaliados, o de envelhecimento acelerado mostrou-se o mais sensível às diferenças menos acentuadas de vigor, pois possibilitou a melhor identificação de lotes com diferentes níveis de potencial fisiológico para as duas cultivares estudadas, de maneira coincidente com a classificação obtida após o armazenamento das sementes durante 16 meses.

Este teste é de fato considerado como um dos mais sensíveis para a avaliação do vigor, dentre os disponíveis (Marcos Filho, 1999b), por se relacionar ao potencial de conservação das sementes que, teoricamente é um dos primeiros eventos da deterioração, relacionados na sequência hipotética proposta por Delouche e Baskin (1973). O teste de condutividade elétrica, apesar de refletir a degradação das membranas celulares, relacionada como o primeiro evento dessa sequência de Delouche e Baskin (1973), mostrou-se menos sensível, principalmente na segunda etapa, revelando apenas o lote de menor vigor (Lote 4) para a ‘IAC-350’ e os lotes de maior vigor (Lote 10 e 11) para a ‘IAC-370’ (Tabela 19).

A redução da taxa de crescimento de plântulas é um evento posterior à redução do potencial de conservação, no processo de deterioração de sementes (Delouche e Baskin, 1973); por isso, observou-se de forma coerente com esta teoria que o teste de crescimento de plântulas foi o menos sensível, tendo acusado apenas diferenças mais acentuadas de vigor, principalmente na segunda etapa, pois mesmo a avaliação que se mostrou a mais interessante, a do comprimento da raiz primária classificou, apenas para a 'IAC-370', o Lote 11 como o mais vigoroso e o Lote 9 como o menos vigoroso (Tabela 21).

Com base nas informações obtidas nesta pesquisa, pode-se afirmar a eficiência do teste de envelhecimento acelerado para avaliar o vigor de sementes de trigo. Obtiveram-se ainda, subsídios à sua padronização, consolidando a utilização deste teste 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.

Também se verificou que esse teste é mais adequado para estimar o desempenho de sementes de trigo, tanto em campo quanto no armazenamento, do que os testes de condutividade elétrica e de crescimento de plântulas. No entanto, considerando-se as duas etapas de condução da pesquisa, constatou-se que os testes de condutividade elétrica e de crescimento de plântulas também forneceram informações coerentes quanto à identificação de lotes com diferenças mais acentuadas de vigor; estas informações complementaram aquelas fornecidas pelo envelhecimento acelerado e propiciaram maior segurança quanto a classificação dos lotes indicada por esse teste.

Este fato confirmou a necessidade de se empregar mais de um teste para a identificação do potencial fisiológico de lotes de sementes de trigo, em programas de controle de qualidade de empresas produtoras de sementes. Conforme salientou Marcos Filho (1999a), o vigor pode ser refletido através de várias características e por isso para avaliá-lo com maior

precisão, é fundamental a combinação de resultados de testes que avaliem diferentes características de sementes associadas ao vigor.

Embora não tenham sido obtidas informações suficientes para recomendar a inserção dos testes de condutividade elétrica e de crescimento de plântulas em programas de controle de qualidade de sementes de trigo, os resultados forneceram subsídios para padronizá-los, esclarecendo aspectos da metodologia e tornando-os mais eficientes.

No entanto, em função da maior sensibilidade em diferenciar lotes de sementes quanto ao vigor, constatada, principalmente para a 'IAC-370', na primeira a etapa de condução da pesquisa em comparação à segunda, considerou-se que os estudos sobre a aplicação desses testes em sementes de trigo merecem ser continuados.

Diante do exposto, considerou-se que as informações obtidas nesta pesquisa poderão subsidiar o aprimoramento de procedimentos de avaliação do potencial fisiológico de sementes de trigo, contribuindo para a solidez de programas de qualidade.

## 5 CONCLUSÕES

A análise dos dados e interpretação dos resultados permitem concluir que:

- O teste de envelhecimento acelerado utilizando 43° C durante 48 horas é adequado para diferenciar lotes de sementes de trigo quanto ao potencial fisiológico;
- A condutividade elétrica (25° C/18 horas) e o crescimento de plântulas (Luz/5 dias) constituem opções promissoras de testes para avaliar o vigor de sementes de trigo;



## REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS - AOSA. **Seed vigour testing handbook**. East Lansing, 1983. 93p. (Contribution, n.32).

BORSATO, A. V.; REGO, A. S. B.; AHRENS, D. C.; DIAS, M. C. L. L. Avaliação de testes de vigor para sementes de aveia branca (*Avena sativa* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, n.1, p. 163-168, 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: SNDA/DNPV/CLAV, 1992. 365p.

BRUGGINK, H.; KRAAK, H. L.; DIJKEMA, M. H. G. E.; BEKENDAM, J. Some factors influencing electrolyte leakage from maize (*Zea mays* L.) kernels. **Seed Science Research**, London, v.1, n.1, p. 15-20, 1991.

CARVALHO, N. M. O conceito de vigor em sementes. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Eds.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: Funep, 1994. p. 1-30.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência, Tecnologia e Produção**. 4 ed. Jaboticabal: Funep, 2000. 588p.

COPELAND, L. D.; McDONALD, M. B. Seed vigor and vigor tests. In: COPELAND, L.D.; McDONALD, M. B. **Seed Science and Technology**, New York: Chapman & Hall, 1995. Cap. 7, p. 153-181.

COPELAND, L. D. **Principles of seed science and technology**. Minneapolis: Burges Publishing Company, 1976. 369 p.

DAN, E. L.; MELLO, V.D.C.; WETZEL, C. T.; POPINIGIS, F.; ZONTA, E. P. Transferência de matéria seca como método de avaliação de vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.9, n.2, p. 45-55, 1987.

DAVIDSON, K. G. V.; MOORE, III, F.D. Comparison of seed quality indices resulting from single seed electroconductivity measurements. **HortScience**, Alexandria, v.29, n.10, p. 158-113, 1994.

DELOUCHE, J. C. Standardization of vigor tests. **Journal of Seed Technology**, v.1, n.2, p. 75-85, 1976.

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.

DESWAL, D. P.; SHEORAN, I. S. A simple method for seed leakage measurement: applicable to single seeds of any size. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.21, n.1, p. 179-185, 1993.

DIAS, D. C. F. S. **Teste de condutividade elétrica e de lixiviação de potássio para avaliação do vigor de sementes de soja (*Glicine max L.*)**. 1994. 136p. Tese (Doutorado em Agronomia) – ESALQ, Piracicaba.

DIAS, D. C. F. S.; MARCOS FILHO, J. Testes de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de soja (*Glicine max* L.). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.53, n.1, p. 31-42, 1996.

DIAS, D. C. F. S.; MARCOS FILHO, J. Testes de vigor baseados na permeabilidade de membranas celulares: I. Condutividade elétrica. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.5, n.1, p. 26-36, 1995.

EDJE, O. T.; BURRIS, J. S. Seedling vigor in soybean. **Proceeding of Association Official Seed Analysts, Springfield**, v. 60, p. 149-157, 1970.

FRATIN, P. **Comparação entre métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho (*Zea mays* L.)**. 1987. 91 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – ESALQ, Piracicaba.

GRABE, D. F. Measurement of seed vigor. **Journal of Seed Technology**, Lansing, v.1, n.2, p. 18-23, 1976.

HAMPTON, J. C. Conductivity test. In: SEED VIGOUR TESTING SEMINAR, 1995, Compenhagen, Denmark. Abstracts... Zürich: ISTA, p. 10-28., 1995.

HAMPTON, J. C.; JOHNSTONE, K. A.; EUA-UMPON, V. Bulk conductivity test variables for mungbean, soybean and french bean seed lots. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.20, n.3, p. 677-686, 1992.

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.

IRIGON, D.L.; ROSSINI, M.C. Aferição de testes de vigor para sementes de trigo. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.2, p.7-16, 1992.

ISTA. Report of the ISTA committees: The 26<sup>th</sup> ISTA Congress, 2001. **Seed Science and Technology**, v.29, 2001. Supplement 1.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A. Relato dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.1, n.2, p. 15-50, 1991.

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.

LOEFFLER, T. M. **The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality**. 1981. 181 p. Dissertação. Lexington: University of Kentucky.

LOEFFLER, T. M.; TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. **Journal Seed of Technology**, Springfield, v.12, n.1, p. 37-53, 1988.

MARCOS FILHO, J. O valor dos testes de vigor. **Seed News**. n.6, p. 32, 1998.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (eds). **Vigor de Sementes: Conceitos e Testes**. Londrina: ABRATES- Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, Comitê de Vigor de Sementes, p.1.1-1.21,1999a.

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- Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, Comitê de Vigor de Sementes, p. 3.1-3.24, 1999b.

MARCOS FILHO, J.; CÍCERO, S. M.; SILVA, W. R. **Avaliação da qualidade fisiológica das sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230p.

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.

MARCOS FILHO, J.; SILVA, W. R.; NOVEMBRE, A. D. L. C.; CHAMMA, H. M. C. P. Estudo comparativo de métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja,

com ênfase ao teste de condutividade elétrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 25, n. 12, p. 1805-1815, 1990.

MATTHEWS, S. Evaluation of techniques for germination and vigour studies, **Seed Science and Technology**, Zürich, v.9, n.2, p. 543-551, 1981.

MATTHEWS, S.; BRADNOCK, W. T. The detection of seed samples of wrinkle-seeded peas (*Pisum sativum* L.) of potentially low planting-value. **Proceeding International Seed Testing Association**, Zürich, v.32, n.3, p. 553-563, 1967.

MATTHEWS, S.; POWELL, A. A. Electrical conductivity test. In: PERRY, D. A. **Handbook of vigor test methods**. Zürich: ISTA, p. 37-42, 1981.

McDONALD Jr., M. B. Assessment of seed quality. **HortScience**, Alexandria, v.15, n.6, p. 784-788, 1980.

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 assessment 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.

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. Accelerated ageing test for comparing wheat seed vigour. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.30, n.3, p.683-687, 2002.

MURPHY, J. B.; NOLAND, T. L. Temperature effects on seed imbibition and leakage mediated by viscosity and membranes. **Plant Physiology**, Rockville, v.69, n.2, p. 428-431, 1982.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (eds). **Vigor de Sementes: Conceitos e Testes**. Londrina: ABRATES- Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, Comitê de Vigor de Sementes, cap. 2, p. 1-24, 1999.

NAKAMAE, I. J. Renovam-se as esperanças da retomada. **AGRIANUAL 2004 anuário da agricultura brasileira** . São Paulo, p. 479-480. 2004.

NAYEEM, K. A.; DESHPANDE, S. V. Genetic variability and correlation coefficients relating to seed size, seedling vigour and some physico-chemical properties in wheat. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.1, n.15, p.699-705, 1987.

PERRY, D.A. Report of vigor test committee 1977-80. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.9. n.1, p. 115-126, 1981.

PERRY, D. A. A vigour test for seeds of barley (*Hordeum vulgares*) based on measurement of plumule growth. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.5. n.1, p. 709-719, 1977.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289p.

POWELL, A. A. Seed improvement by selection and invigoration. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.55, p. 126-133, 1998.

POWELL, A. A.; FERGUSON, A. J.; MATTHEWS, S. Identification of vigour differences among combining pea (*Pisum sativum*) seeds lots. **Seed Science and Technology**, Wallingford, v.25, n.3, p. 443-464, 1997.

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.

RIBEIRO, D. M. C. A. **Adequação do teste de condutividade elétrica de massa e individual para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho (*Zea mays* L.)**. 1999. 116 p. Tese (Mestrado em Agronomia) – UFLA, Lavras.

SANTIPRACHA, W.; SANTIPRACHA, Q.; WONGUARODOM, V. Hybrid corn seed quality and accelerated aging. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.25. n.2, p. 203-208, 1997.

SANTOS, C. M. **Influência do controle do crescimento, do uso de fungicidas e da**



**frequência de colheita, nos caracteres agronômicos e na qualidade da fibra e da semente do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.).** 1993. 184 p. Tese(Doutorado em Agronomia) – UFV, Viçosa.

SCHMITD, D. H.; TRACY, W. F. Duration of imbibition affects seed leachate conductivity in sweet corn. **HortScience**, v. 24, n. 2, p. 346-347, 1989.

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.

SUMIMY, C. Comparison of methods for detecting seed deterioration of soft white winter wheat kept in unconditioned storage. **The News Letter of the Association of Official Seed Analysts**, New York, v.66, n.1, p. 41-45, 1992.

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 ageing seed vigor test for soybeans. **Journal of Seed Technology**, East Lansing, v.3, n.2, p.30-40, 1979.

TAO, K.J. Factors causing variations in the conductivity test for soybean seeds. **Journal of Seed Technology**, v. 3, n. 1, p. 10-18, 1978.

TEKRONY, D. M. Accelerated ageing test. In: VAN DE VENTER, H. A. (Eds). **Seed Vigour Testing Seminar**. Compenhagen: The International Seed Testing Association, p. 53-

72, 1995.

TEKRONY, D. M. Seed vigor testing – 1982. **Journal of Seed Technology**, v. 8, n. 1, p. 55-60, 1983.

TEKRONY, D. M.; EGLI, D. B. Relation between laboratory indices of soybean seed vigor and field emergence. **Crop Science**, v. 17, n. 4, p. 573-577, 1977.

TOLEDO, F. F.; MARCOS FILHO, J. **Manual de sementes – tecnologia de produção**. São Paulo: Ceres, 1977. 244p.

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. 103p. Tese Doutorado – ESALQ, Piracicaba.

VAN DE VENTER, H. A.; GRABE, D. F. Oxygen uptake of ground kernels and seed vigour of wheat. **Plant Varieties and Seeds**, v. 2, p. 125-130, 1989.

VIEIRA, R. D., CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164p.

VIEIRA, R. D.; MINOHARA, L.; MAURO, A. O. Comportamento de cultivares de soja quanto a qualidade fisiológica de sementes de. **Pesquisa Brasileira Agropecuária**, v.33, n.2,

p 123-120, 1998.

VIEIRA, R. D.; PANOBIANCO, M.; LEMOS, L.B.; FORNASIERI FILHO, D. Efeitos de genótipos de feijão e de soja sobre os resultados da condutividade elétrica de sementes.

**Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.18, n.2, p 220-224, 1996.

WOODSTOCK, L. W. Physiological and biochemical test seed vigor. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.1, n.1, p. 127-157, 1973.

ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A. **Sistema de análise estatística para microcomputadores - SANEST**. Pelotas: UFPel, 1987.