

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

TESTES DE VIGOR EM SEMENTES DE QUIABEIRO

Magnólia de Mendonça Lopes

Engenheira Agrônoma

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Julho - 2007

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

TESTES DE VIGOR EM SEMENTES DE QUIABEIRO

Magnólia de Mendonça Lopes

Orientador: Prof. Dr. Rubens Sader

**Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agrárias e Veterinárias – UNESP, Câmpus de
Jaboticabal, para a obtenção do título de
Doutor em Agronomia – Área de Concentração
em Produção e Tecnologia de Sementes.**

JABOTICABAL – SÃO PAULO

Julho - 2007

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

Magnólia de Mendonça Lopes, nascida em 15 de julho de 1974 em Gurupi – Tocantins. É Engenheira Agrônoma formada em fevereiro de 1999, pela Universidade Federal do Tocantins (UFT) – Câmpus de Gurupi (TO). Em março de 2001, iniciou o curso de Mestrado em Fitotecnia, na Área de Concentração em Produção e Tecnologia de Sementes, na Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras – (MG), tendo obtido bolsa da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), sob orientação da Profa. Dra. Maria das Graças Guimarães Carvalho Vieira. O título da dissertação foi “ Amostragem seqüencial e marcadores de microssatélites na avaliação da qualidade genética em lotes de sementes de milho”. Em agosto de 2003, iniciou o Curso de Pós-Graduação em Agronomia, na Área de Concentração em Produção e Tecnologia de Sementes em nível de Doutorado, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista – FCAV/UNESP, Câmpus de Jaboticabal – SP, concluindo-o em 27 de julho de 2007, sob orientação do Prof. Dr. Rubens Sader do Departamento de Produção Vegetal da FCAV/UNESP, Durante a pós-graduação foi bolsista da CAPES e representante titular discente do Conselho de Pós-Graduação do Programa de Produção e Tecnologia de Sementes - UNESP, no período de abril de 2005 a maio de 2006.

“Não, não pares.
É graça divina
começar bem.
Graça maior persistir
na caminhada certa.
Manter o ritmo...
Mas graça é não desistir,
Podendo chegar até o fim...”
(D. Hélder Câmara).

"Nada me perturbe. Nada me amedronte. Tudo passa. A paciência tudo alcança. A quem tem Deus, nada falta. Só Deus basta".

(Santa Tereza D' Ávila)

Aos meus pais Leondina e Nonato
Aos meus irmãos, Anne, Rômulo, Lutz e Cristhian
À minha querida sobrinha Larissa

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e bênçãos a mim concedidas;

Aos meus pais e irmã, pela confiança depositada em mim, pelo carinho e compreensão;

À Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV/UNESP), Câmpus de Jaboticabal – SP, pela oportunidade concedida;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro;

Ao Prof. Dr. Rubens Sader, pela orientação, amizade, incentivo constante e conhecimentos transmitidos;

Aos Membros da banca: Prof. Dr. Marco Eustáquio de Sá, Profa. Dra. Silvelena Vanzolini Segato, Profa. Dra. Cibele Chalita Martins e Dra. Simone Aparecida Fessel pelas valiosas contribuições;

Aos professores Nelson Moreira de Carvalho, Roberval Daiton Vieira, Rinaldo César de Paula, Teresinha de Jesus Deléo Rodrigues, Domingos Fornasier Filho, Rita de Cássia Panizzi e Francisco Humberto Dübbern de Sousa pelas disciplinas ministradas, pela amizade e contribuições durante o curso;

Ao Prof. Dr. David Arioaldo Banzatto, pela expressiva contribuição nas análises estatísticas;

À Profa. Dra. Mara Cristina Pessoa da Cruz, pelas análises realizadas no Laboratório de Fertilidade dos Solos;

Ao César Augusto Miranda, pela atenção, carinho, amizade e apoio constante;

A minha amiga-irmã Ivânia Barbosa Araújo, que mesmo distante continua a torcer por mim;

Aos amigos (as): César Martoreli, Cristian Leonel, Fabiana De Simoni, Adriana Guirado, Bruno Licursi, Nilce Naomi, Breno Marques, Saionara Tesser, Ana Caroline Athayde, Adriano Fernandes, Gisele Bonacin, Adriana Wain, Tais Frigeri, Ronaldo Viana, Ailton Romanini, Disney, Fabio, Vivian Nascimento pelos bons momentos de convivência e em especial a Cleia Paiva, Adriana de Barros e Simone Fessel pela amizade, incentivo e apoio constante;

Aos funcionários do Departamento de Produção Vegetal Lázaro Ribeiro (Gabi - LAS), Mariângela Lacerda, Marisa Coga, Nice Alvares, Luiz Alvaro, Rubens Liborio (Faro), Geraldo Assis e Mauro Volper pela convivência, realização dos trabalhos e principalmente pela amizade construída.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desse trabalho.

MUITO OBRIGADA!!!

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	viii
RESUMO	xi
SUMMARY	xii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Potencial fisiológico de sementes.....	3
2.2. Avaliação do vigor de sementes.....	6
2.2.1. Deterioração controlada.....	6
2.2.2. Envelhecimento acelerado	7
2.2.3. Condutividade elétrica	9
2.2.4. Lixiviação de Potássio	12
3. MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1 Etapa I	14
3.1.1 Teor de água.....	14
3.1.2 Teste de germinação	14
3.1.3 Primeira contagem de germinação	15
3.1.4 Índice de velocidade de germinação	15
3.1.5 Deterioração controlada.....	15
3.1.6 Envelhecimento acelerado	16
3.1.7 Envelhecimento acelerado com solução salina.....	16
3.1.8 Condutividade elétrica	16
3.1.9 Lixiviação de potássio	17
3.1.10 Emergência de plântula em campo.....	18
3.1.11 Procedimento estatístico.....	18
3.2 Etapa II	18
3.2.1 Deterioração controlada.....	18
3.2.2 Envelhecimento acelerado.....	19

3.2.3 Envelhecimento acelerado com solução salina.....	19
3.2.4 Condutividade elétrica.....	19
3.2.5 Lixiviação de potássio.....	19
3.2.6 Procedimento estatístico.....	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
4.1. Caracterização inicial da qualidade dos lotes de sementes.....	20
4.2. Deterioração controlada.....	22
4.3. Envelhecimento acelerado	26
4.4. Envelhecimento acelerado com solução salina.....	32
4.5. Condutividade elétrica	36
4.6. Lixiviação de potássio	46
4.7 Correlação entre o teste de emergência de plântulas em campo e os testes de vigor em laboratório.....	48
5. CONCLUSÕES.....	50
6. REFERÊNCIAS	51

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 01.	Teor de água (TA), germinação (G), primeira contagem (PC), emergência de plântula (EP) e índice de velocidade de germinação (IVG) de quatro lotes de sementes de quiabo, cv. Santa Cruz..... 20
Tabela 02.	Dados médios obtidos para o teste de deterioração controlada em sementes de quiabo, cv. Santa Cruz, usando três teores de água e duas temperaturas de exposição (Etapa I)..... 23
Tabela 03.	Médias dos teores de água após o teste de deterioração controlada de quatro lotes de sementes de quiabo, cv. Santa Cruz (Etapa I)..... 24
Tabela 04.	Dados médios obtidos para o teste de deterioração controlada de quatro lotes de sementes de quiabo, cv. Santa Cruz (Etapa II)..... 25
Tabela 05.	Médias dos teores de água após o teste de deterioração controlada de quatro lotes de sementes de quiabo, cv. Santa Cruz (Etapa II)..... 26
Tabela 06.	Dados médios obtidos para o teste de envelhecimento acelerado, de quatro lotes de sementes de quiabo, cv. Santa Cruz, usando duas temperaturas e quatro períodos de exposição (Etapa I)..... 28
Tabela 07.	Médias dos teores de água de sementes de quiabo, cv. Santa Cruz, submetidas ao teste de envelhecimento acelerado, em função da temperatura e do período de exposição (Etapa I)..... 29
Tabela 08.	Dados médios obtidos para o teste de envelhecimento acelerado, de quatro lotes de sementes de quiabo, cv. Santa Cruz (Etapa II)..... 30

Tabela 09.	Médias dos teores de água de sementes de quiabo, cv. Santa Cruz, após o envelhecimento acelerado (Etapa II).....	31
Tabela 10.	Dados médios obtidos para o teste de envelhecimento acelerado com solução salina, de quatro lotes de sementes de quiabo, cv. Santa Cruz, em função da temperatura e do período de exposição (Etapa I).....	32
Tabela 11.	Médias dos teores de água de sementes de quiabo submetidas ao teste de envelhecimento acelerado com solução salina, em função da temperatura e do período de exposição (Etapa I).....	34
Tabela 12.	Dados médios obtidos para o teste de envelhecimento acelerado com solução salina, de quatro lotes de sementes de quiabo, cv. Santa Cruz (Etapa II).....	35
Tabela 13.	Médias dos teores de água de sementes de quiabo, cv. Santa Cruz, submetidas ao teste de envelhecimento acelerado com solução salina (Etapa II).....	36
Tabela 14.	Dados médios de condutividade elétrica ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) utilizando 25 sementes à temperatura de 25°C em quantidades de água de 25 e 50mL, respectivamente, de quatro lotes de sementes de quiabo, cv. Santa Cruz (Etapa I).....	38
Tabela 15.	Dados médios de condutividade elétrica ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) utilizando 50 sementes à temperatura de 25°C em quantidades de água de 25 e 50 mL, respectivamente, de quatro lotes de sementes de quiabo, cv. Santa Cruz (Etapa I).....	40
Tabela 16.	Dados médios de condutividade elétrica ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) utilizando 25 sementes à temperatura de 30°C em quantidades de água de 25 e 50 mL, respectivamente, de quatro lotes de sementes de quiabo, cv. Santa Cruz (Etapa I).....	41

Tabela 17.	Dados médios de condutividade elétrica ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) utilizando 50 sementes à temperatura de 30°C em quantidades de água de 25 e 50 mL, respectivamente, de quatro lotes de sementes de quiabo, cv. Santa Cruz (Etapa I).....	43
Tabela 18.	Dados médios de condutividade elétrica utilizando 25 sementes em 25 mL a 25°C, de quatro lotes de sementes de quiabo, cv. Santa Cruz (Etapa II).....	45
Tabela 19.	Dados médios obtidos para o teste de lixiviação de potássio utilizando 25 sementes em 25 mL a 25°C, de quatro lotes de sementes de quiabo, cv. Santa Cruz (Etapa I).....	46
Tabela 20.	Dados médios obtidos para o teste de lixiviação de potássio utilizando 25 sementes em 25 mL e 24 horas de embebição a 25°C em sementes de quiabo, cv. Santa Cruz (Etapa II).....	47
Tabela 21.	Coeficiente de correlação entre os resultados do teste de emergência de plântulas (EP), e os de germinação (TG), de primeira contagem de germinação (PC), de deterioração controla (DC), de envelhecimento acelerado (EA) e o de condutividade elétrica (CE).....	49

TESTES DE VIGOR EM SEMENTES DE QUIABEIRO

RESUMO

Essa pesquisa teve como objetivo adequar os testes de deterioração controlada, de envelhecimento acelerado, de condutividade elétrica e de lixiviação de potássio, na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de quiabo (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). O experimento foi conduzido utilizando-se quatro lotes de sementes de quiabo, cv. Santa Cruz. Na primeira etapa do trabalho foram realizados os testes de germinação, primeira contagem da germinação, índice de velocidade de germinação, emergência de plântula em campo e estudos específicos para os testes de deterioração controlada (teores de água de 18, 21 e 24%, temperaturas de 41 e 45°C durante 24 horas). O envelhecimento acelerado, com e sem solução salina (períodos 48, 72, 96 e 120 horas, a 41°C e 45°C). A condutividade elétrica (temperaturas de 25 e 30°C, volumes de 25 e 50 mL de água, 25 e 50 sementes e períodos de 1, 2, 4, 6, 12, 18 e 24 horas). A lixiviação de potássio (25 sementes, 25 mL de água a 25°C, durante 2, 4, 6, 12, 18 e 24 horas). Na segunda etapa, os procedimentos considerados mais promissores para cada teste na primeira etapa, foram repetidos. De acordo como os resultados obtidos, concluiu-se que os testes de deterioração controlada com 24% de teor de água das sementes a 41°C por 24 horas, o envelhecimento acelerado com e sem solução salina utilizando 41°C por 72 horas e o teste de condutividade elétrica, 25 sementes com 25mL de água a 25°C durante 24 horas foram os testes mais indicados para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de quiabo. O teste de lixiviação de potássio necessita de estudos adicionais para adequar seu método e viabilizar a sua utilização para sementes de quiabo.

Palavras-chave: *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench, deterioração controlada, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica, lixiviação de potássio.

VIGOR TESTS IN OKRA SEEDS

SUMMARY

The objective of this research was to study the physiological tests of controlled deterioration, accelerated aging, electrical conductivity and potassium leakage, for okra seeds, to evaluate its physiological quality. The experiment was carried out by using four okra seed lots cv. "Santa Cruz". In the first stage were performed the standard germination, first germination count, speed of germination index, field seedling emergence, controlled deterioration seed (water content of 18, 21 and 24%, 45°C, during 24 hours). The accelerated aging with and without salt solution with period of 48, 72, 96 and 120 hours at 41 and, 45°C. For the electrical conductivity were used temperatures of 25 and, 30°C, volumes of 25 and 50 mL of water, 25 and 50 seeds and periods of 1, 2, 4, 6, 12, 18 and, 24 hours. The potassium leakage (25 seeds, 25mL of water at 25°C during 2, 4, 6, 12, 18 and 24 hours. In the second stage, the procedure considered more relevant for every test was repeated. According to the obtained results was concluded that the controlled deterioration test with 24% of seed water content at 41°C for 24 hours. The accelerated aging with and without salt solution using 41°C for 72 hours and the electrical conductivity test 25 seeds with 25mL of water at 25°C during 24 hours were the most indicated tests to evaluate the physiological seed quality of okra seeds. The potassium leakage needs additional studies to adequate its methods and to make viable its use for okra seeds.

Key words: *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench, controlled deterioration, accelerated aging, electrical conductivity, potassium leakage.

1 INTRODUÇÃO

O quiabo, *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench é uma hortaliça pertencente à família malvácea, originária do continente africano, cuja produção de sementes, nos últimos anos, vem sendo incrementada, principalmente da cultivar Santa Cruz 47, que representa 90% do volume de sementes produzido (FILGUEIRA, 2000). É bastante cultivada no Brasil, especialmente pela agricultura familiar, considerada de baixo custo de produção, podendo ser cultivada em climas tropical e subtropical. Em São Paulo, as estimativas de área cultivada e de produção em 2004 foram, respectivamente, de 2.066,00 ha e 1.638.139 t (INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA - IEA, 2004).

Com o crescente avanço tecnológico verificado na agricultura nas ultimas décadas, o uso de sementes de alta qualidade passou a ser de fundamental importância. Assim, os testes de vigor, capazes de avaliar o grau de deterioração das sementes, tornou-se um componente primordial na avaliação da qualidade fisiológica, contribuindo na solução de problemas enfrentados pelas empresas produtoras de sementes (SPINOLA et al., 2000). Seu uso traz benefícios a todos os segmentos da produção de sementes de grandes culturas e hortaliças (MARCOS FILHO, 1999a).

Dessa maneira, o uso de sementes de elevado potencial fisiológico é um dos primeiros passos quando se deseja obter uma ótima população de plantas no campo, aliado a rápida e uniforme emergência das plântulas.

Sendo assim, a determinação do potencial fisiológico das sementes se faz necessária para assegurar ao produtor, sementes de boa qualidade, e à empresa produtora, credibilidade. O potencial fisiológico deve ser mensurado avaliando-se não somente a germinação, mas também o vigor, uma vez que esse fornece informações adicionais sobre o desempenho de sementes após o armazenamento, o potencial de emergência, a velocidade e uniformidade do crescimento das plântulas, sob vasta gama de condições ambientais. O vigor constitui-se, portanto, no mais sensível índice de qualidade que permite a classificação dos lotes de sementes com germinação comercialmente aceitável (TEKRONY, 2001).

O principal objetivo dos testes de vigor é identificar diferenças na qualidade fisiológica dos lotes, principalmente dos que apresentam resultados semelhantes no teste de germinação (VIEIRA & CARVALHO, 1994). Portanto, com estes testes, pretende-se identificar os lotes com probabilidade de apresentar um melhor desempenho no campo ou durante o armazenamento. Esse tipo de informações pode ajudar a tomada de decisões internas das empresas produtoras de sementes quanto ao destino de determinado lote, quanto à região de comercialização ou à conveniência de armazenar ou vendê-lo num curto espaço de tempo e, deste modo, esses testes são componentes essenciais do programa de controle de qualidade (KRZYZANOVSKI et al, 1999).

Nesse sentido diversos estudos vêm sendo realizados visando estabelecer procedimentos para avaliação do vigor de sementes de hortaliças. Todavia, também para esta espécie, a pesquisa não tem oferecido alternativas suficientes para a avaliação segura do vigor, especialmente quando se considera a importância da obtenção de informações consistentes e no prazo de tempo relativamente curto (HAMPTON & COOLBEAR, 1990).

Assim, o presente trabalho foi conduzido com o objetivo de testar diferentes métodos de vigor na avaliação da qualidade de sementes de quiabeiro.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Potencial fisiológico de sementes

O estabelecimento da produção agrícola e hortícola geralmente é efetuado com a utilização de sementes, estimando-se que praticamente 80% dessas espécies vegetais exploradas comercialmente são propagadas diretamente dessa maneira. Por esse motivo, torna-se fundamental a utilização de sementes com potencial fisiológico elevado para garantir o sucesso do empreendimento (MARCOS FILHO, 2005).

Geralmente as condições que as sementes encontram, em campo, para germinação nem sempre são adequadas, pois dependem do ambiente. Assim a avaliação da qualidade fisiológica das sementes deve permitir a identificação de lotes com maior probabilidade de se estabelecer adequadamente em campo e proporcionar o retorno esperado (MARCOS FILHO, 2005). Lotes de sementes da mesma cultivar, com capacidades de germinação semelhantes, podem apresentar diferenças marcantes na porcentagem de emergência de plântulas em condições de campo. A falta de estreita relação entre a germinação obtida em laboratório e a emergência de plântulas em campo, foi responsável pelo desenvolvimento do conceito de vigor (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

Os testes de vigor têm como objetivo detectar diferenças significativas no potencial fisiológico de lotes com germinação semelhante, fornecendo informações adicionais às proporcionadas pelo teste de germinação, pois as primeiras alterações nos processos bioquímicos associados à deterioração ocorrem, geralmente, antes que sejam verificadas declínios na capacidade germinativa (DELOUCHE & BASKIN, 1973). Por esse motivo os testes de vigor têm constituído ferramentas de uso cada vez mais rotineiro pela empresa de sementes, visando a determinação do potencial fisiológico.

A qualidade fisiológica pode ser mensurado avaliando-se a germinação e o vigor do lote de sementes. O vigor compreende várias características associadas com o desempenho do lote de sementes, e não apenas uma medida simples das propriedades físicas e fisiológicas de qualidade, como a germinação. O vigor fornece informações

adicionais sobre o desempenho das sementes após o armazenamento, a emergência das plântulas sob uma vasta gama de condições ambientais e a velocidade e uniformidade do crescimento destas. O vigor constitui-se, portanto, no mais sensível índice de qualidade que permite a classificação dos lotes de sementes com germinação comercialmente aceitável (TEKRONY, 2001).

A Association of Official Seed Analysts (AOSA, 1983) ressaltou que o principal desafio das pesquisas sobre testes de vigor está na identificação de parâmetros adequados, comuns à deterioração das sementes, de forma que, quanto mais próximo da maturidade fisiológica ou mais distante da perda da capacidade de germinação estiver o parâmetro avaliado, mais promissor será o teste, fornecendo, assim, informações complementares àquelas obtidas pelo teste de germinação.

Os testes de vigor devem permitir a padronização da metodologia e de interpretação dos resultados, para possibilitar a comparação entre resultados obtidos por diferentes analistas e laboratórios. Além disso, devem apresentar características, como: relação com a emergência de plântulas em campo, rapidez, objetividade, simplicidade e baixo custo (COPELAND, 1976; DELOUCHE, 1976; AOSA, 1983; TEKRONY, 1983). Conseqüentemente, o sucesso no emprego desses métodos depende, dentre outros fatores, das relações entre as informações provenientes do laboratório e o desempenho das sementes em campo, além da capacidade de diferenciar lotes quanto ao nível de vigor.

A padronização dos testes de vigor é importante pois, à medida que as técnicas de manejo cultural tornam-se mais sofisticadas, aumenta a necessidade de serem utilizadas sementes de alta qualidade (McDONALD, 1998). Segundo HAMPTON & COOLBEAR (1990) os testes de vigor são mais relevantes para muitas sementes de hortaliças, viabilizando a prática de semeadura de precisão, dispensa a prática do desbaste e permite a obtenção de estande uniforme de plantas. Para tanto, as sementes devem apresentar qualidade fisiológica superior, o que exige o uso rotineiro de testes de vigor em programas de controle de qualidade.

Não existe um teste padronizado para avaliar o vigor de sementes de todas as espécies. Ainda é pequeno o número de espécies que tem teste de vigor recomendado, particularmente para sementes de hortaliças, havendo apenas o teste de condutividade elétrica para sementes de ervilha (HAMPTON & TEKRONY, 1995).

O cultivo de hortaliças é realizado de maneira intensiva e deve ser estabelecido com o uso de sementes que germinem rápida e uniformemente (MARCOS FILHO, 1999a), o que ressalta a importância do vigor de sementes e a necessidade de avaliá-lo. Isso permite, para espécies onde a condução da cultura comercial envolve o transplante de mudas, que estas sejam de tamanho e qualidade uniformes, com reflexos no desenvolvimento das plantas.

A recomendação é que o vigor seja avaliado usando-se dois ou mais testes diferentes, pois os testes avaliam diferentes aspectos do comportamento das sementes (MARCOS FILHO, 2005), o que dificulta para um único teste classificar os lotes quanto ao vigor e avaliar de forma segura o potencial de desempenho de um lote após o armazenamento e/ou em campo.

Para estudos com sementes de quiabo, e de modo geral para sementes de espécies hortícolas, pesquisas quanto aos procedimentos adequados a avaliação da qualidade fisiológica que possam ser utilizados no controle de qualidade por empresas produtoras de sementes ainda necessita de mais estudos, nesse sentido, será efetuado abordagens sobre testes de deterioração controlada, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e lixiviação de potássio e, procurando enfatizar sua importância para hortaliças e as principais variáveis que podem afetar seus resultados, bem como verificar a relação entre os resultados dos testes obtidos em laboratório e a emergência das plântulas de quiabo.

2.2 Avaliação do vigor de sementes

2.2.1 Deterioração controlada

O teste de deterioração controlada foi desenvolvido como uma alternativa para eliminar o problema das diferentes taxas de absorção de água entre as sementes de uma mesma amostra e entre lotes de uma mesma espécie no envelhecimento acelerado, uma vez que o conteúdo inicial de água das sementes é uniformizado em todas as amostras (KRZYZANOWSKI & VIEIRA, 1999), tornando mais precisa a comparação da deterioração de vários lotes (ROBERTS, 1973).

Neste teste, o teor de água das sementes é ajustado a níveis adequados para uma determinada temperatura, cujos valores são inversamente proporcionais entre si, ou seja, se a temperatura for maior, pode-se utilizar sementes com menor teor de água, sendo verdadeiro, também, o inverso (POWELL & MATTHEWS, 1981). No teste de envelhecimento acelerado, as diferenças na absorção de água, a partir da atmosfera úmida, podem originar variações acentuadas no teor de água das amostras, o que não é verificado no teste de deterioração controlada, especialmente para espécies de sementes pequenas (POWELL & MATTHEWS, 1981).

Pesquisas visando determinar a melhor combinação de teor de água, temperatura e período de condução do teste tem sido realizado por diversos pesquisadores (ALSADON et al., 1995; POWELL et al., 1997; MATTHEWS, 1998; RODO et al., 2000). No entanto, diferentes espécies ou cultivares podem apresentar comportamento diferente quando submetidas aos procedimentos preconizados para o método.

O teste tem sido recomendado para estimar o potencial de emergência das plântulas e de armazenamento das sementes. Desenvolvido por MATTHEWS (1980), tem sido usado na avaliação do vigor de sementes pequenas, particularmente de espécies hortícolas, como: cenoura, cebola, alface e brássicas (MATTHEWS, 1980; POWELL & MATTHEWS, 1981), couve-flor (MATTHEWS, 1998), pimentão (PANOBIANCO & MARCOS FILHO, 1998), cebola (RODO & MARCOS FILHO, 2003),

cenoura (POWELL, 1995; RODO et al., 2000), brócolos (MENDONÇA et al., 2003), melão (DIAS et al., 2003) e de berinjela (DEMIR et al., 2005).

A principal dificuldade para a condução desse teste é o ajuste inicial do teor de água das sementes, portanto é necessário cuidado especial porque o umedecimento inadequado pode acelerar a deterioração das sementes. Por outro lado, as respostas das sementes à deterioração controlada podem variar em função do cultivar e a sensibilidade do teste às possíveis diferenças de vigor e em relação aos possíveis efeitos do genótipo (POWELL et al., 1991), o que torna necessário, portanto, novas pesquisas que determinam o procedimento mais adequados para cada espécie e cultivar.

2.2.2 Envelhecimento acelerado

O teste de envelhecimento (EA) 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). O princípio do teste caracteriza-se pelo aumento na taxa de deterioração das sementes por meio da exposição a altas temperatura e umidade relativa do ar, sendo esses fatores preponderantes na intensidade e velocidade de deterioração (MARCOS FILHO, 1999a). Assim, sementes de baixa qualidade deterioram-se mais rapidamente do que as mais vigorosas, apresentando queda acentuada de sua viabilidade, após serem submetidas ao envelhecimento artificial.

Na seqüência proposta por DELOUCHE & BASKIN (1973), a redução do potencial de conservação durante o armazenamento é a primeira manifestação fisiológica da deterioração, após o decréscimo da velocidade de germinação. Conseqüentemente, o teste de envelhecimento acelerado poderia ser considerado como um dos mais sensíveis para a avaliação do vigor, dentre os disponíveis (MARCOS FILHO, 1999b).

O teste de envelhecimento acelerado foi desenvolvido com a finalidade de estimar o potencial de armazenamento de sementes, mas pode fornecer informações

sobre o potencial de emergência das plântulas em campo. Neste teste, considera-se que lotes de sementes de alto vigor mantêm sua viabilidade quando submetidos, durante períodos de tempo, a condições severas de temperatura e umidade relativa do ar (DELOUCHE & BASKIN, 1973).

O seu uso é extensivo à determinação do vigor de diversas hortaliças. PIANA et al. (1995) concluíram que, dentre os testes estudados, o de envelhecimento acelerado foi um dos que mais se relacionou à emergência das plântulas de cebola em campo e à obtenção de mudas vigorosas, além de identificar os lotes com diferentes níveis de vigor. Resultados semelhantes foram observados também com sementes de cenoura (MARTINS et al, 1996), pepino, melancia (TRIGO & TRIGO, 1995a) e tomate (RODO et al.; 1998).

Algumas combinações de temperatura e período de exposição das sementes, têm se mostrado eficiente para avaliação do vigor para algumas espécies, indicando, para sementes de melancia, 45°C/144h (DELOUCHE & BASKIN, 1973) e 41°C/48h (BHÉRING et al., 2003); tomate, 42°C/72h (NASCIMENTO et al., 1993); alface, 41°C/72h (TEKRONY, 1995); cebola, 41°C/72h (IDIARTE, 1995; TEKRONY, 1995); pimentão, 41°C/72h (TEKRONY, 1995; PANOBIANCO & MARCOS FILHO, 1998); brócolis, 45°C/48h (TEBALDI et al., 1999); melão, 41°C/72 ou 96h (TORRES & MARCOS FILHO, 2003) cenoura, 42°C/48 e 72h (ANDRADE et al.; 1995), 41°C/48h (RODO et al., 2000); quiabo, 42°C/72h e 96h (LIMA et al., 1997), 41°C/72h (DIAS et al., 1998); pepino, 41°C/48h (BHÉRING et al.; 2000); 41°C/48h (RAMOS et al., 2004).

O envelhecimento acelerado tem revelado, muitas vezes, resultados pouco consistentes para espécies de sementes pequenas, uma vez que estas absorvem água mais rapidamente, resultando num grau de deterioração mais acentuado e redução mais drástica da germinação (POWELL, 1995; PANOBIANCO & MARCOS FILHO, 1998).

Em função destes aspectos, tem sido estudado procedimento alternativo para condução do envelhecimento acelerado, nos quais os 40 mL de água são substituídos por igual volume de soluções saturadas de sal (SSAA – “Saturated Salt Accelerated Aging”), o que permite a obtenção de umidades relativas inferiores às verificadas no

envelhecimento convencional, fazendo com que a absorção de água pelas sementes ocorra em menor intensidade e de forma mais lenta, culminando com menor intensidade de deterioração (JIANHUA & McDONALD, 1996).

A eficiência do teste de envelhecimento acelerado com uso de soluções salinas (EASS) na separação de lotes em níveis distintos de vigor foi constatada em sementes de *Impatiens wallerana* (JIANHUA & MCDONALD, 1996) pimentão (PANOBIANCO & MARCOS FILHO, 1998), cenoura (RODO et al., 2000), pepino (BHÉRING et al., 2000), rúcula (RAMOS et al., 2004) tomate (PANOBIANCO & MARCOS FILHO, 2001), brócolos (MARTINS et al., 2002) e brócolis (FESSEL et al., 2005). Embora o uso de solução salina não tenha sido considerado vantajoso, em relação ao método com água, para sementes de cenoura, alface e brócolis (RIBEIRO, 2000) e melão (TORRES & MARCOS FILHO, 2003).

Embora o teste de envelhecimento acelerado venha sendo amplamente estudado em termos de sua padronização para muitas espécies, ainda são escassas na literatura informações para condução desse teste em sementes de quiabo.

2.2.3 Condutividade elétrica

O teste de condutividade elétrica baseia-se no princípio de que, com o processo de deterioração, ocorre a lixiviação dos constituintes celulares das sementes embebidas em água, devido à perda da integridade das membranas celulares (HEPBURN et al., 1984). Assim, estabelece que sementes menos vigorosas apresentam menor velocidade de estruturação das membranas quando embebidas em água, tendo como consequência, maior liberação de exsudatos para o exterior da célula e, portanto, maior condutividade elétrica que aquelas mais vigorosas (HAMPTON & TEKRONY, 1995; MARCOS FILHO, 2005). Os exsudatos liberados na solução de embebição são compostos por açúcares, aminoácidos, ácidos graxos, enzimas e íons inorgânicos, como K^+ , Ca^{++} , Mg^+ e Na^+ . Sob condições de campo, essa liberação após a semeadura, além de provocar a perda da estrutura celular, estimula o crescimento de

microrganismos nocivos à emergência das plântulas (AOSA, 1983; DOIJODE, 1988; CORTES & SPAETH, 1994 ; TAYLOR et al., 1995).

Os resultados deste teste são obtidos em aproximadamente 24 horas (HAMPTON & TEKRONY, 1995), porém, para sementes pequenas como as de hortaliças tem se observado que o período de embebição pode ser reduzido. Resultados promissores foram obtidos com sementes de cenoura quando submetidas a períodos curtos de embebição, de 30 minutos a quatro horas, antes das leituras de condutividade elétrica (ANDRADE et al.; 1995), quatro horas em sementes de maxixe (TORRES et al., 1998), duas ou quatro horas em sementes de pimentão (OLIVEIRA & NOVENBRE, 2005), duas horas para sementes de tomate (CASTRO et al., 2003), quatro horas em sementes de repolho e de alface (LOOMIS & SMITH, 1980; GUIMARÃES et al.; 1993) e seis horas para sementes de tomate (SÁ, 1999).

Outro fator que deve ser levado em consideração é a temperatura durante a embebição, pois afeta diretamente a velocidade de embebição e a lixiviação de eletrólitos do interior das células para o meio externo (LEOPOLD, 1980; MURPHY & NOLAND, 1982). O efeito da temperatura sobre a lixiviação manifesta-se, basicamente, sobre a quantidade e velocidade de perda de lixiviados, sem alterar, necessariamente, a classificação dos lotes (HAMPTON & TEKRONY, 1995). No caso de sementes pequenas, como as de hortaliças, a lixiviação máxima pode ocorrer num período inferior a duas horas (MURPHY & NOLAND, 1982).

A recomendação do número de sementes por amostra avaliada de 50 sementes tem sido recomendado (VIEIRA, 1994; HAMPTON & TEKRONY, 1995). No entanto, constatou-se na literatura, certa variabilidade nos procedimentos para sementes de olerícolas, sugerindo a diminuição do número de sementes para 25 (MARCOS FILHO, 1990; FESSEL et al., 2003; OLIVEIRA & NOVENBRE, 2005).

Quanto ao volume de água tem se verificado que as variáveis quantidades de água e número de sementes apresentam-se interdependentes, pois estão diretamente relacionadas à concentração da solução que será submetida à leitura. Para grandes culturas é recomendada a utilização de 75 mL (MARCOS FILHO et al.;

1990; DIAS & MARCOS FILHO, 1996). No entanto, para sementes de hortaliças esse volume tem sido reduzido para 25 ou 50 mL. MELLO et al. (1999) trabalhando com sementes de brócolos verificaram que a relação entre 25mL de água e 50 sementes, a temperatura de 25°C, proporcionou informações comparáveis às obtidas nos testes de germinação e emergência de plântulas, na identificação do potencial fisiológico dos lotes avaliados. Já RODO et al. (1998a), trabalhando com dois cultivares de tomate, verificaram que o volume de 50mL de água foi o mais indicado, utilizando 25 ou 50 sementes, a 25°C.

Para a avaliação do vigor de sementes de hortaliças, o teste de condutividade elétrica tem sido reconhecido como sensível a diferenças de vigor de várias espécies de sementes de hortaliças, de modo que resultados satisfatórios com o uso desse teste foram obtidos para avaliação do vigor de sementes de cenoura (ANDRADE et al. 1995), couve- flor (DIAS et al. 1996; PAIVA et al., 2005), brócolos (MARTINS et al., 2005), pepino (ABDO et al.; 2005), cebola (DIAS et al., 1996) e pimentão (OLIVEIRA & NOVENBRE, 2005).

Diante disso, o teste de condutividade elétrica constitui opção importante para avaliação do vigor de sementes da maioria das hortaliças, proporcionando resultados consistentes e que permitem a identificação segura de diferenças no potencial fisiológico de sementes de várias espécies. Porém, há necessidade de mais pesquisa com intuito de identificar os procedimentos mais adequados para cada espécie, acerca das melhores combinações entre temperatura, número de sementes, volume de água e período de exposição ao teste de condutividade elétrica, sobretudo para sementes de quiabo.

2.2.4 Lixiviação de potássio

O teste de lixiviação de potássio baseia-se no princípio semelhante ao da condutividade elétrica, com a vantagem de proporcionar informações sobre o potencial fisiológico dos lotes, em menor período de tempo que o da condutividade elétrica (DIAS & MARCOS FILHO, 1995). O potássio que é o íon inorgânico lixiviado em maior quantidade pelas sementes (LOTT et al., 1991) e sua liberação durante a embebição tem sido utilizada como um indicador da integridade do sistema de membranas celulares (CUSTÓDIO & MARCOS FILHO, 1997). Assim, essa determinação, após certo período de embebição, vem sendo pesquisada como um índice de avaliação rápida do vigor de sementes.

ABDEL SAMAD & PEARCE (1978) verificaram rápida liberação de K^+ e outros compostos durante a primeira hora de embebição de sementes de amendoim. Perdas de Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ e Cl^- durante a embebição de sementes de repolho envelhecidas artificialmente (LOOMIS & SMITH, 1980). A presença de Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+ no exsudato de sementes de soja, foi quantificada após 90 minutos de embebição, a 28°C, verificando relação significativa entre a perda de germinação e o fluxo de íons (OLIVEIRA, 1990).

Embora o desenvolvimento do teste seja relativamente recente, resultados promissores foram obtidos na avaliação da qualidade de sementes de pimentão em 60 minutos (MIRANDA et al.; 2003), de cebola em 30 minutos (RODO & MARCOS FILHO, 2001), de tomate em 180 minutos (PANOBIANCO & MARCOS FILHO, 2001a), de ervilha após 24 horas de embebição (SIMON & RAJA-HARUN, 1972), de algodão em 60 minutos (HALLOIN, 1975), de feijão em 72 minutos (MOSS & MULLET, 1982) e de soja em 30 minutos (CUSTÓDIO & MARCOS FILHO, 1997). A liberação de potássio durante a embebição está diretamente associada à permeabilidade das membranas celulares, não sendo detectada a associação das quantidades de potássio lixiviado com os teores desse, presente nas sementes (CUSTODIO & MARCOS FILHO, 1997).

Na condução do teste alguns fatores devem ser levados em consideração para a padronização da metodologia, como: a calibração do fotômetro de chama, a proporção

entre o número de sementes e o volume de água, a temperatura, o período de embebição e o genótipo (MARCOS FILHO, 2005). A relação entre a quantidade de água e o período de embebição ainda requer melhor definição visto que está diretamente relacionada à concentração da solução medida pelo fotômetro de chama (CUSTÓDIO & MARCOS FILHO, 1997).

O teste de lixiviação de potássio vem apresentando resultados promissores para sementes de grandes culturas e de hortaliças. No entanto, são necessários ajustes na metodologia para a otimização de protocolo para sementes de várias espécies, como as de quiabo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Essa pesquisa foi realizada no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Produção Vegetal da UNESP, Câmpus de Jaboticabal. Foram utilizados quatro lotes comerciais de sementes de quiabo (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench), cv. Santa Cruz 47. O trabalho foi conduzido em duas etapas. Na primeira etapa, foram estudados procedimentos para a condução dos testes de deterioração controlada, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e lixiviação de potássio para avaliação vigor dos lotes de sementes. Na segunda etapa, com base nos resultados obtidos, foram repetidos os procedimentos considerados como os mais promissores na primeira etapa para a separação dos lotes em níveis de vigor. Os resultados da segunda etapa foram comparados com os do teste de emergência de plântulas por meio do teste de correlação.

Durante o período experimental, as sementes foram mantidas em embalagens de papel multifoliado e armazenadas em câmara fria (10°C e 60% URar).

Procurando-se verificar o método mais eficiente para a identificação de diferentes níveis de vigor dos lotes estudados, foram realizados os seguintes testes:

3.1 ETAPA I

3.1.1 Teor de água: realizado em estufa a $105\pm 3^{\circ}\text{C}/24\text{h}$ (BRASIL, 1992), utilizando-se duas sub-amostras de aproximadamente 2g de cada lote, antes e após os testes de envelhecimento acelerado (com e sem solução salina saturada) e de deterioração controlada. Os resultados foram expressos em porcentagem média para cada lote (base úmida).

3.1.2 Teste de germinação: utilizaram-se quatro repetições de 50 sementes por lote, distribuídas em caixas plásticas (28,5 x 18,5 x 10,0cm) cada uma contendo areia como substrato. Essas caixas foram mantidas em ambiente de laboratório ($\pm 25^{\circ}\text{C}$), com uso de irrigação complementar, quando necessário. As avaliações foram efetuadas de

acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992), aos quatro e 21 dias após a semeadura, sendo os resultados expressos em média de plântulas normais representativas da porcentagem de germinação.

3.1.3 Primeira contagem de germinação: conduzido juntamente com o teste de germinação (item 3.2), computando-se a porcentagem de germinação, aos quatro dias após a semeadura.

3.1.4 Índice de velocidade de germinação: foram feitas contagens das plântulas emergidas a partir do teste de germinação (item 3.2), a cada 24 horas até o seu término (NAKAGAWA, 1999). Foram consideradas como emergidas as plântulas que apresentaram hipocótilo acima de 2cm. O índice de velocidade de emergência foi calculado utilizando a fórmula proposta por MAGUIRE (1962):

$$IVG = E_1/N_1 + E_2/N_2 + \dots + E_n/N_n, \text{ onde:}$$

IVG = índice de velocidade de germinação;

E₁, E₂ e E_n = número de plântulas normais computadas na primeira, na segunda e na última avaliação, respectivamente;

N₁, N₂ e N_n = número de dias da semeadura à primeira, segunda e última avaliação respectivamente.

3.1.5 Deterioração controlada: para a realização deste teste, inicialmente, o teor de água foi ajustado para 18, 21 e 24% utilizando a metodologia da atmosfera úmida (ROSSETO et al., 1995). Para tanto, uma amostra de 18,5 g de sementes de cada lote foi adicionada sobre a tela, em caixa plástica de germinação, contendo 40 mL de água destilada. As caixas foram tampadas e mantidas em câmara a 20°C, realizando-se pesagens sucessivas para o monitoramento do teor de água das sementes, até a obtenção dos valores desejados. Os teores de água foram determinados por meio da

equação $M_f = [(100 - A) \times (100 - B)^{-1}] \times M_i$, onde: M_f = massa final, M_i = massa inicial e A e B correspondem aos teores de água inicial e desejado, respectivamente.

Em seguida, as amostras de cada lote foram acondicionadas hermeticamente em embalagens de plástico aluminizado e mantidas por cinco dias em câmara fria (10°C e 40% UR), para atingir o equilíbrio higroscópico. Decorrido este período, as amostras foram colocadas em banho-maria a 41 e 45° por 24°C horas (POWELL, 1995), ao término deste período, os recipientes foram retirados e colocados em dessecador por trinta minutos para a redução da temperatura, sendo instalado em seguida o teste de germinação conforme descrito no item 3.2, com contagens aos quatro dias após a semeadura.

3.1.6 Envelhecimento acelerado: foram utilizados 18,5 g de sementes de cada lote distribuídas em camada única sobre tela de aço inox, em caixas plásticas de germinação contendo 40mL de água destilada. As caixas com as sementes foram mantidas em câmara (tipo “jaquetada de água”), nas temperaturas de 41 e 45°C, por 48, 72, 96 e 120 horas. Após esses períodos de exposição, as sementes foram submetidas ao teste de germinação (MARCOS FILHO, 1999b), conforme descrito no item 3.2. com avaliação aos quatro dias após a semeadura, computando-se a porcentagem de plântulas normais.

3.1.7 Envelhecimento acelerado com solução salina: conduzido da mesma maneira descrito para o teste de envelhecimento acelerado tradicional (item 3.6), exceto que os 40 mL de água destilada foram substituídos por solução salina de NaCl (JIANHUA & MCDONALD, 1996). Essa solução foi obtida por meio da diluição de 40g de NaCl em 100 mL de água, estabelecendo, com isso, ambiente com 76% de umidade relativa.

3.1.8 Condutividade elétrica: foram avaliadas as melhores combinações entre as variáveis número de sementes (25 e 50), volume de água de embebição (25 e 50mL) e temperaturas (25 e 30°C), durante 1, 2, 4, 6, 12, 18 e 24 horas de embebição. Assim, os tratamentos estão descritos a seguir:

1. 25 sementes embebidas em 25 mL de água destilada, a 25°C;
2. 25 sementes embebidas em 50 mL de água destilada, a 25°C;
3. 50 sementes embebidas em 25 mL de água destilada, a 25°C;
4. 50 sementes embebidas em 50 mL de água destilada, a 25°C;
5. 25 sementes embebidas em 25 mL de água destilada, a 30°C;
6. 25 sementes embebidas em 50 mL de água destilada, a 30°C;
7. 50 sementes embebidas em 25 mL de água destilada, a 30°C;
8. 50 sementes embebidas em 50 mL de água destilada, a 30°C;

As avaliações foram conduzidas com quatro repetições, utilizando-se sementes previamente pesadas com precisão de 0,001g, embebidas em água destilada e mantidas em germinador durante os períodos de embebição. As leituras da condutividade elétrica foram realizadas em condutivímetro DIGIMED DM-31, e os valores médios, para cada lote, expressos em $\mu\text{S. cm}^{-1} .\text{g}^{-1}$ de semente.

3.1.9 Lixiviação de potássio: esse teste foi realizado no Laboratório de Fertilidade do Solo e conduzido mediante os resultados obtidos do teste de condutividade elétrica (item 3.8), a qual avaliou-se o efeito das temperaturas de 25°C e 30°C, o volume de água de 25mL e 50mL e os números de 25 e 50 sementes por amostra. Assim, foi considerada como mais adequada a combinação (25sementes em 25mL a 25°C). Foram avaliados os períodos de embebição de 2, 4, 6, 12, 18 e 24 horas para a condução do teste.

As sementes foram pesadas com precisão de 0,001g, colocadas para embeber em copos plásticos contendo água destilada e mantidas em germinador durante cada período de embebição. As leituras de potássio lixiviado das sementes foram determinadas pelo método de fotometria de chama (BATAGLIA et al.; 1983).

O cálculo da lixiviação de potássio foi feita pela multiplicação da leitura obtida no fotômetro de chama (K/mL) pelo volume de água destilada (mL) e dividido pelo peso da amostra (g). O resultado final foi expresso em mg/kg de semente.

3.1.10 Emergência de plântulas em campo: conduzido entre 07 a 28 de Março de 2007. Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes por lote, dispostas em canteiros de terra, sem adubação, em linhas de 2,5m de comprimento e espaçamento de 0,50m entre linha, e utilizando-se irrigação por aspersão. A avaliação da emergência das plântulas foi efetuada aos 21 dias após a semeadura, mediante a contagem de plântulas emergidas, avaliadas de acordo com os critérios adotados para avaliação da parte aérea de plântulas normais em um teste de germinação. Os resultados foram expressos em porcentagem média de plântulas emergidas.

3.1.11 Procedimento estatístico

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições e os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F. Para comparação das médias utilizou-se o teste de Tukey, a 5% de probabilidade e os dados de porcentagem foram previamente transformados em $\arcsin \sqrt{x/100}$. Os dados de teor de água das sementes não foram analisados estatisticamente (Banzatto & Kronka, 1995).

Foi utilizado arranjo fatorial para os testes de deterioração controlada (4 lotes x 3 teores de água), envelhecimento acelerado com e sem solução salina (4 lotes x 4 tempo de exposição), condutividade elétrica (4 lotes x 7 períodos de embebição) e lixiviação de potássio (4 lotes x 6 períodos de embebição).

3.2 ETAPA II

Na segunda etapa da pesquisa, foram utilizados os mesmos lotes e os procedimentos da primeira etapa que permitiram a separação mais nítida dos vigor do lotes em nível superior, intermediário e inferior.

3.2.1 Deterioração controlada: foi conduzido a 41 e 45°C, durante 24 horas, com teor de água de 24%. A avaliação foi realizada ao quarto dia após a semeadura e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais.

3.2.2 Envelhecimento acelerado: foi conduzido a 41 e 45°C por 72 e 96 horas. A avaliação foi realizada ao quarto dia após a semeadura e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais.

3.2.3 Envelhecimento acelerado com solução salina: foi conduzido a 41 e 45°C por 48 e 96 horas. A avaliação foi realizada ao quarto dia após a semeadura e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais.

3.2.4 Condutividade elétrica: foi conduzido utilizando 25 sementes em 25 mL a temperatura de 25°C no períodos de embebição de 6, 12, 18 e 24 horas. Os valores médios para cada lote, expressos em $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ de semente.

3.2.5 Lixiviação de potássio: foi conduzido utilizando o período de 24 horas de embebição, com 25 sementes em 25 mL a temperatura de 25°C. O resultado final foi expresso em mg/kg de semente.

3.2.6 Procedimento estatístico

Os dados foram analisados segundo o delineamento inteiramente casualizado e os tratamentos foram distribuídos em esquema fatorial. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A correlação entre os testes de laboratório e a emergência de plântulas foi avaliada por meio de regressão (Banzatto & Kronka, 1995).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização inicial da qualidade dos lotes de sementes

Os dados dos teores de água das sementes (Tabela 1), foram praticamente semelhantes para os quatro lotes, o que é importante, pois a uniformização do teor de água das sementes é essencial para a padronização das avaliações e obtenção de resultados consistentes (LOEFFLER et al., 1988; KRZYZANOWSKI et al., 1991).

Tabela 1 Teor de água (TA), germinação (G), primeira contagem (PC), emergência de plântulas (EP) e índice de velocidade de germinação (IVG) de quatro lotes de sementes de quiabo, cv. Santa Cruz .

Lotes	TA	G	PC	EP	IVG
	------(%)-----				
1	10,7	74, 4 a	72,2 ab	77,9 a	19,0 a
2	10,6	78,7 a	75,5 a	79,3 a	19,4 a
3	11,3	79,8 a	64, 4 b	73,4 a	11,2 b
4	11,3	75, 4 a	65,5 b	70,3 a	12,7 b
C.V. (%)	-	10,17	7,32	8,96	10,65

Os dados de porcentagem foram transformados em $\arcsin \sqrt{x/100}$;

Comparação de médias dentro de cada coluna foram realizadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Em termos de germinação, todos os lotes apresentaram porcentagem média dentro do mínimo estabelecido ($\geq 70\%$) nos padrões para comercialização de sementes de quiabo (CATI, 1999), embora não houvesse diferença estatística entre os mesmos. Apenas o lote 3 apresentou um desempenho superior aos demais, porém não

significativo. Segundo MARCOS FILHO (1999a), é coerente a comparação de lotes considerados estatisticamente semelhantes no teste de germinação e cujos valores sejam iguais ou superiores ao considerado como comercialmente aceitável.

O teste de primeira contagem de germinação foi significativo, sendo o lote 2 considerado como de melhor potencial fisiológico, embora não diferindo estatisticamente do lote 1; os lotes 3 e 4 foram identificados como sendo de qualidade inferior.

Embora a primeira contagem de germinação possa ser considerada um indicativo de vigor, sabe-se que a redução da velocidade da germinação não está entre os primeiros eventos do processo de deterioração de sementes (DELOUCHE & BASKIN, 1973), justificando a menor eficiência deste teste em detectar pequenas diferenças de vigor e o conseqüente agrupamento dos lotes. Entretanto, BHÉRING et al. (2000) trabalhando com sementes de pepino, verificaram que o teste de primeira contagem de germinação pode ser utilizado rotineiramente para se obterem informações preliminares sobre o vigor de lotes de sementes dessa espécie.

O teste de primeira contagem de germinação, muitas vezes, expressa melhor as diferenças de velocidade de germinação entre lotes, sendo também menos trabalhoso que o índice de velocidade de germinação, além de ser conduzido simultaneamente com o teste de germinação, não exigindo equipamento especial (NAKAGAWA, 1999).

Foram constatadas diferenças altamente significativas para o índice de velocidade de germinação e permitiu agrupar os mesmos em dois níveis de vigor, sendo os lotes 1 e 2 de qualidade superior e os lotes 3 e 4 de qualidade inferior. Não foram observadas diferenças estatísticas entre os lotes para a emergência em campo, embora mesma tendência de agrupamento tenha ocorrido.

A análise comparativa dos dados indicou que, de uma maneira geral, os testes foram eficientes na identificação dos lotes que ocupam posições extremas, ou seja, separaram, diferenças acentuadas no potencial fisiológico das sementes. Assim constatou-se, que os lotes 1 e 2, foram os mais vigorosos em relação aos demais, embora, o lote 1 tenha apresentado também uma qualidade intermediária, já os lotes 3 e 4 foram considerados menos vigorosos. Segundo KULIK & YAKLICH (1982) 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.

Portanto, ressalta-se a importância do uso de mais um teste para determinar o vigor dos lotes de sementes, devido à influência dos métodos adotados e uso de situações específicas de estresse para estimar o comportamento relativo dos lotes em campo (TEKRONY & EGLY, 1977; CARVALHO & NAKAGAWA, 2000)

4.2 Deterioração Controlada

Analisando os resultados obtidos apresentados na Tabela 2, foram constatadas diferenças para o teor de água de 24%, sendo o lote 2 superior aos demais, não se verificando diferenças entre os lotes 1, 3 e 4. O menor valor foi o do lote 3 considerado de qualidade mais baixa embora não diferindo do lote 1 e 4.

Considerando a temperatura de 45°C não houve diferença estatística entre os lotes apenas para o teor de água de 18%. Para o teor de 21% de água foram observadas diferenças estatística entre os lotes 1, 2 e 3 inferiores ao lote 4 que apresentou melhor qualidade em termos de germinação baseado no teste de deterioração. Em relação aos teores de água de 24%, foram observadas diferenças altamente significativa entre os tratamentos sendo os lotes 2 e 3 de qualidade superior e os lotes 1 e 4 de menor qualidade.

Tabela 2 Dados médios obtidos para o teste de deterioração controlada em sementes de quiabo, cv. Santa Cruz, usando três teores de água e duas temperaturas de exposição. (**Etapa I**)

Lotes	Deterioração controlada					
	41°C			45°C		
	18%	21%	24%	18%	21%	24%
	------(%)-----					
1	57,6 a	54,6 a	62,4 b	66,2 a	55,8 b	45,8 b
2	52,8 a	59,1 a	74,1 a	59,5 a	62,0 b	62,8 a
3	60,3 a	56,8 a	61,1 bc	60,3 a	60,0 b	63,2 a
4	60,0 a	55,4 a	62,8 b	63,5 a	69,6 a	51,3 b
C.V.(%)	6,72			6,06		

Os dados foram transformados em $\arcsin \sqrt{x/100}$;

Comparação de médias dentro de cada coluna foram realizadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Na Tabela 3 encontram-se os dados referentes ao teor de água das sementes após o período em banho-maria, no teste de deterioração controlada.

Pode-se observar (Tabela 3) que os teores de água das sementes mantiveram-se aproximadamente constantes durante o decorrer do teste de deterioração controlada, ou seja, bem próximos aos estabelecidos no início no teste (18%, 21% e 24%). Este é um dos pré-requisitos básico na condução deste teste, garantido pelo uso eficiente da embalagem aluminizada (MATHEWS, 1980). Como também, pelo método adotado para o ajuste do teor de água das sementes.

Tabela 3 Médias dos teores de água após o teste de deterioração controlada de quatro lotes de sementes de quiabo, cv. Santa Cruz. **(Etapa I)**

Lotes	Teor de água após a deterioração controlada*					
	41°C			45°C		
	18%	21%	24%	18%	21%	24%
	------(%)-----					
1	18,1	21,5	24,5	17,8	21,5	24,1
2	18,5	20,8	23,8	18,3	20,8	24,5
3	18,3	21,7	24,0	18,4	21,2	24,2
4	17,7	20,8	24,3	18,7	21,3	23,9
Média	18,2	21,3	24,2	18,3	21,2	24,1

*Teores de água não foram analisados estatisticamente

Visando confirmar o procedimento mais consistente temperatura e teor de água das sementes na classificação dos lotes em diferentes níveis de vigor, novos testes foram conduzidos empregando-se as combinações mais promissoras obtidas anteriormente na Tabela 2 (24% de teor de água a 41 e 45°C).

Analisando-se a Tabela 4, verificou-se que o período de 24 horas de condicionamento em banho-maria, a 41°C e sementes com 24% de água, proporcionou a separação mais eficiente dos lotes de sementes em diferentes níveis de vigor, destacando o lote 2 como de melhor potencial fisiológico, o lote 4 como de qualidade intermediária e o lote 3 como de qualidade inferior, confirmando os resultados obtidos na primeira etapa do teste de deterioração controlada (Tabela 2).

Tabela 4 Dados médios obtidos para o teste de deterioração controlada de quatro lotes de sementes de quiabo, cv. Santa Cruz. (**Etapa II**)

Lotes	Deterioração controlada	
	24%/41°C	24%/45°C
	------(%)-----	
1	69,7ab	52,3 b
2	76,8a	70,5 a
3	50,4c	69,9 a
4	65,1b	62,8 a
C.V.(%)	6,4	

Os dados foram transformados em $\text{arc sen } \sqrt{x/100}$;

Comparação de médias dentro de cada coluna foram realizadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

É importante observar também que o resultado dessa combinação foi semelhante à verificada nos testes de primeira contagem de germinação (Tabela 1), onde houve concordância na indicação do lote 2 como de alta qualidade nos resultados do mesmo teste. Já, a combinação 24% e 45°C mostrou baixo poder discriminatório na separação dos lotes em diferentes níveis de vigor quando comparada com a combinação 24% e 41°C, pois não detectou diferenças entre os lotes 2, 3 e 4, que foram de melhor qualidade do que o lote 1.

Esses resultados confirmam os encontrados por diversos autores para sementes de hortaliças, que identificaram o teor de água das sementes de 24% como o mais adequado para o teste de deterioração controlada para sementes de pimentão, beterraba, cenoura, repolho e tomate (OSMAN & GEORGE, 1988; PANOBIANCO & MARCOS FILHO, 1998; ISTA, 1995; STRYDOM & VAN DE VENTER, 1998; PANOBIANCO & MARCOS FILHO, 2001). Embora, BHÉRING et al. (2000) tenha verificado eficiência desse teor de água para sementes de pepino somente para o período de 48 horas de condicionamento em banho-maria.

Na Tabela 5 encontram-se os teores de água para combinação 24% e 41°C e 24/45°C. Observou-se que os mesmos permaneceram uniformes em relação ao início do teste, isto é, 24% e semelhantes aos encontrados anteriormente (Tabela 3), confirmando dessa forma, a eficiência da técnica utilizada.

Tabela 5 Médias dos teores de água após o teste de deterioração controlada de quatro lotes de sementes de quiabo, cv. Santa Cruz. **(Etapa II)**

Lotes	Teor de água após a deterioração controlada*	
	24%/41°C	24%/45°C
	-----%-----	
1	24,0	24,3
2	23,8	24,1
3	24,4	24,0
4	24,2	23,7
Média	24,1	24,1

*Teores de água não foram analisados estatisticamente

4.3 Envelhecimento acelerado

Os resultados do teste de envelhecimento acelerado , utilizando-se duas temperaturas e quatros períodos de condicionamento encontram-se na Tabela 6. A interação entre lotes e períodos de exposição foi significativa, demonstrando que os lotes foram influenciados pelos períodos de exposição à temperatura e umidade relativa elevadas.

Neste estudo, constatou-se que a combinação entre 72h à 41°C, permitiu maior sensibilidade para identificação dos lotes em diferentes níveis de potencial fisiológico, Dessa forma, o lote 1 foi considerado como de melhor potencial fisiológico; o lote 4

como de pior qualidade e os lotes 2 e 3 como de qualidade intermediária. Resultados nesse sentido também foram encontrados por DIAS et al.; (1998), em sementes de quiabo quando se utilizou a mesma combinação.

Esse período apresentou a vantagem de possibilitar respostas mais rápidas sobre a qualidade dos lotes que o período de 144 horas de envelhecimento, a 41°C, sugerido por TORRES & CARVALHO (1998), também para sementes de quiabo.

Por outro lado, usando-se a temperatura de 45°C verificou-se redução mais drástica da germinação, proporcional ao aumento do período, particularmente a partir de 96 horas de condicionamento. Esse resultado confirmou que em condições de altas temperaturas, associadas à alta umidade relativa do ar, a adversidade imposta às sementes é maior, levando-se a redução mais intensa da germinação.

Condições muito severas, relacionadas à temperatura e/ou período de exposição, podem dificultar ou impedir a detecção de diferenças significativas de potencial fisiológico entre os lotes, o que ocorreu na combinação entre 45°C por 72 horas, que classificou os lotes apenas em níveis superior e inferior de vigor, havendo, nesse aspecto, concordância com o teste de índice de velocidade de germinação (Tabela 1).

Por outro lado, o prolongamento da exposição de sementes a períodos adversos até que seja possível a identificação de diferentes níveis de vigor seria viável caso essas diferenças estivessem relacionadas a objetivos específicos, como o desempenho das sementes sob determinadas condições de campo, transporte ou armazenamento (MARCOS FILHO, 1999b).

Tabela 6 Dados médios obtidos para o teste de envelhecimento acelerado, de quatro lotes de sementes de quiabo, cv. Santa Cruz, usando duas temperaturas e quatro períodos de exposição. (Etapa I)

Lotes	Envelhecimento acelerado							
	41°C				45°C			
	48h	72h	96h	120h	48h	72h	96h	120h
	------(%)-----							
1	62,8a	70,0 a	70,4a	60,7a	71,0a	63,6a	46,4a	18,7a
2	59,8a	66,5ab	70,8a	65,3a	66,7a	67,3a	44,7a	18,2a
3	60,8a	61,7b	64,3ab	60,4a	69,5a	54,1b	19,2a	16,5a
4	51,6b	50,8 c	60,3b	58,3a	71,1a	49,9b	16,1b	12,2a
C.V.(%)	6,67				11,99			

Os dados foram transformados em $\text{arc sen } \sqrt{x/100}$;

Comparação de médias dentro de cada coluna foram realizadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Deve-se ainda ressaltar que para ambas as temperaturas, havia fungos na superfície das sementes de algumas amostras, pois a elevada umidade relativa do ar na mini-câmara do envelhecimento acelerado promove aumento no teor de água das sementes, que, associados à temperatura alta, proporciona condições ótimas para o desenvolvimento de fungos (ZAMBOLIM, 2005).

Apesar de vários estudos terem sido conduzidos, ainda não existe um consenso entre os pesquisadores, quanto aos períodos mais adequados na execução do teste de envelhecimento acelerado para sementes de diversas espécies de importância econômica. Dentro desse contexto, trabalhos foram desenvolvidos com sementes de hortaliças envolvendo diferentes períodos e temperaturas, entre os quais destacam-se o de sementes de melancia, 45°C por 144h (DELOUCHE & BASKIN, 1973), pepino,

41°C por 48h (BHÉRING ET AL., 2000); cebola, tomate e melão 41°C por 72h (IDIARTE, 1995; PANOBIANCO & MARCOS FILHO, 2001; TORRES, 2002).

Os dados referentes ao grau de umidade das sementes após a realização do teste com procedimento tradicional estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 Médias dos teores de água de sementes de quiabo, cv. Santa Cruz, submetidas ao teste de envelhecimento acelerado, em função da temperatura e do período de exposição. (**Etapa I**)

Lotes	Teor de água após o envelhecimento acelerado*							
	41°C				45°C			
	48h	72h	96h	120h	48h	72h	96h	120h
	------(%)-----							
1	24,5	29,0	33,5	33,6	24,6	29,2	31,9	36,2
2	24,2	29,2	31,9	30,4	24,3	26,6	31,3	36,3
3	27,6	32,3	34,1	33,9	23,9	29,9	34,5	35,4
4	27,0	31,3	34,1	33,2	27,9	30,3	32,1	36,8
Média	25,8	30,4	33,4	32,8	25,1	29,0	32,4	36,1

*Teores de água não foram analisados estatisticamente.

Um dos principais indicadores da uniformidade das condições do envelhecimento acelerado é o teor de água após o teste, pois variações de 3 a 4 pontos percentuais entre amostras são consideradas toleráveis (TOMES et al., 1988; MARCOS FILHO, 1999a).

Em função das combinações 41°C por 72 e 96 horas e 45°C por 72 e 96 horas terem se mostrado como as mais eficientes na identificação dos lotes de sementes com diferentes níveis de vigor, novos testes foram conduzidos com a finalidade de confirmar

a eficiência dos procedimentos considerados mais adequados. Na Tabela 8 encontram-se os dados referentes a esse estudo.

Tabela 8 Dados médios obtidos para o teste de envelhecimento acelerado, de quatro lotes de sementes de quiabo, cv. Santa Cruz. (**Etapa II**)

Lotes	Envelhecimento acelerado			
	41°C		45°C	
	72 h	96 h	72h	96h
	-----%-----			
1	70,6 a	70,0 a	64,7 a	50,0 a
2	69,6 a	70,2 a	68,7 a	47,0 a
3	60,4 b	62,5 b	60,1 ab	20,0 a
4	53,3 c	59,4 b	50,0 b	15,7 b
C.V.(%)	5,8		10,4	

Os dados foram transformados em $\arcsen \sqrt{x/100}$;

Comparação de médias dentro de cada coluna foram realizadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

De modo geral, verificou-se que os resultados obtidos com as melhores combinações revelaram tendências semelhantes na separação dos lotes, quando se comparados com obtidos anteriormente (Tabela 6), embora pequenas variações tenham ocorrido.

A combinação 41°C por 72h, mostrou-se o mais eficiente na separação dos lotes em função do potencial fisiológico, confirmando o desempenho superior dos lotes 1 e 2 como de qualidade superior, lote 4 como sendo o de pior qualidade o lote 3, como de qualidade intermediária. Desse modo, verificou-se que os resultados desse teste apresentaram concordância com o teste de deterioração controlada (Tabela 4) e índice de velocidade de germinação (Tabela 1) O período de 96h, à 41°C permitiu classificar

os lotes em dois níveis de potencial fisiológico e fornecendo informações compatíveis com os resultados do teste de índice de velocidade de germinação.

De maneira geral o período de 96 horas, para as duas temperaturas, apesar de apresentar resultados concordantes quanto à identificação dos lotes de menor potencial fisiológico, mostrou-se menos eficiente na classificação dos lotes em diferentes níveis de qualidade (Tabela 8). Notou-se, ainda que durante esse período a 45°C houve queda drástica na germinação para todos o lotes, sendo mais acentuada para os lotes 3 e 4, concordando com os testes anteriores que verificaram também uma redução na qualidade fisiológica. Deve-se salientar que o monitoramento da temperatura durante o teste requer atenção especial, para que sejam obtidos resultados consistentes (TOMES et al., 1988).

Quanto ao teor de água das sementes após os períodos de envelhecimento (Tabela 9), verificou-se que os valores, em geral, mostraram-se semelhantes aos encontrados anteriormente (Tabela 7)

Tabela 9 Médias dos teores de água de sementes de quiabo, cv. Santa Cruz, após o teste de envelhecimento acelerado. (Etapa II)

Lotes	Teor de água após o envelhecimento acelerado*			
	41°C		45°C	
	72 h	96 h	72h	96h
	------(%)-----			
1	28,8	32,4	28,8	30,5
2	29,8	32,2	27,3	31,7
3	31,7	33,8	29,4	32,1
4	31,4	34,2	30,5	31,6
Média	30,4	33,1	28,7	31,4

* Teores de água não foram analisados estatisticamente

4.4 Envelhecimento acelerado com solução salina

Os dados obtidos para o teste de envelhecimento acelerado, com solução salina, utilizando-se duas temperaturas e quatro períodos de condicionamento, encontram-se na Tabela 10.

Tabela 10 Dados médios obtidos para o teste de envelhecimento acelerado com solução salina, de quatro lotes de sementes de quiabo, cv. Santa Cruz, em função da temperatura e do período de exposição. (**Etapa I**)

Lotes	Envelhecimento acelerado com solução salina							
	41°C				45°C			
	48h	72h	96h	120h	48h	72h	96h	120h
	------(%)-----							
1	62,1a	41,5bc	60,3ab	69,7 a	56,2 a	60,4ab	61,8 a	71,1 a
2	69,7a	57,8a	56,5 b	70,2 a	53,6 a	63,4a	57,1 a	63,2 b
3	51,5 b	49,3 b	64,5ab	63,8ab	43,8b	54,7 bc	64,1 a	64,9ab
4	43,8 b	36,7c	67,5 a	60,1b	38,9b	52,2c	64,2 a	63,9ab
C.V.(%)	7,42				6,96			

Os dados foram transformados em $\text{arc sen } \sqrt{x/100}$;

Comparação de médias dentro de cada coluna foram realizadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Analisando-se os resultados, verificou-se que o período de 72 horas, em ambas as temperaturas permitiu separar os lotes em diferentes níveis de potencial fisiológico, revelando o lote 2 como de melhor qualidade; lote 4 como de qualidade inferior e os lotes 1 e 3 como de qualidade intermediária. Essa distinção dos lotes nesse mesmo período, também foi verificada nos resultados obtidos para o envelhecimento acelerado com água (Tabela 8), concordando dessa forma com os testes de deterioração

controlada (Tabela 4) e primeira contagem de germinação (Tabela 1) em termos de identificação do lote de maior potencial fisiológico. Por outro lado, o lote 3 foi classificado como de pior qualidade, resultado, portanto, contrastante ao obtidos do teste de deterioração controlada (Tabela 4) tendo como de qualidade inferior o lote 4.

No período de 48 horas, para ambas temperaturas, permitiram classificar os lotes em dois níveis de potencial fisiológico, ou seja, lotes 1 e 2 como de melhor qualidade; lotes 3 e 4 como de qualidade inferior, esse resultando concordam com os obtidos no teste de índice de velocidade de germinação (Tabela 1).

É interessante ressaltar que esse procedimento (120h a 45°C) não houve redução drástica dos percentuais de germinação quando comparado a mesma combinação no procedimento com água (Tabela 6), pois a utilização de solução saturada de NaCl implica em menor teor de água das sementes após o teste, quando comparado ao procedimento tradicional, havendo assim redução na taxa de deterioração das sementes.

Com relação ao teor de água das sementes após os períodos de envelhecimento (Tabela 11), os resultados mostraram-se, em geral semelhantes para os quatro lotes estudados. Verificou-se que o teor de água das sementes expostas à solução saturada de NaCl apresentou valores menores e mais uniformes, após os períodos de envelhecimento em relação aos observados para as envelhecidas com água (Tabela 7); isto indica que o uso de solução salina contribuiu para retardar a absorção de água pelas sementes no teste de envelhecimento acelerado.

Quando o envelhecimento acelerado é conduzido na presença de solução saturada de NaCl, a umidade relativa do ar fica em torno de 76% (JIANHUA & MCDONALD, 1996), abaixo da verificada no envelhecimento com água, que é de, aproximadamente, 100% . Portanto, é possível que a solução salina, por proporcionar menor umidade relativa do ar, tenha permitido maior uniformidade do teor de água entre os lotes, fato positivo por proporcionar intensidade de deterioração semelhante entre eles.

Constatou-se nesse estudo que a utilização da solução salina fez com que os teores de água das sementes permanecessem baixos o suficiente para reduzir

acentuadamente ou impedir o desenvolvimento de microrganismos, ao contrário do que ocorreu em alguns tratamentos de envelhecimento com água, resultado que vem ao encontro do verificado por JIANHUA & MCDONALD (1996).

Tabela 11 Médias dos teores de água de sementes de quiabo submetidas ao teste de envelhecimento acelerado com solução salina, em função da temperatura e do período de exposição. **(Etapa I)**

Teor de água após o envelhecimento acelerado com solução salina*								
Lotes	41°C				45°C			
	48h	72h	96h	120h	48h	72h	96h	120h
	------(%)-----							
1	11,7	12,3	12,6	13,1	11,9	12,4	13,2	13,1
2	11,8	12,0	12,3	13,3	11,9	12,2	13,1	12,8
3	12,7	12,8	13,0	13,6	12,6	12,7	13,7	13,3
4	13,0	12,9	13,6	13,9	12,9	13,4	14,2	14,6
Média	12,3	12,5	12,8	13,4	12,3	12,7	13,5	13,4

* Teores de água não foram analisados estatisticamente

A ausência de fungos nesse experimento, em comparação à metodologia convencional de envelhecimento, foi também verificada em sementes de melão (TORRES & MARCOS FILHO, 2003), beterraba (SILVA et al., 2002) e pepino (TORRES, 2005). Em sementes de pimentão, o uso de solução salina inibiu o desenvolvimento dos fungos *Aspergillus* spp., *Rhizopus* spp. e *Cladosporium* sp. (KIKUTI et al., 2005).

Dessa forma, as combinações 41°C/48 e 72 horas e 45°C/48 e 72 horas revelaram-se como as mais promissoras; assim novos testes foram conduzidos visando comprovar a adequação desses procedimentos para a condução do teste de

envelhecimento acelerado com sementes de quiabo. Os resultados com esse estudo estão apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 Dados médios obtidos para o teste de envelhecimento acelerado com solução salina, de quatro lotes de sementes de quiabo, cv. Santa Cruz. (Etapa II)

Lotes	Envelhecimento acelerado com solução salina			
	41°C		45°C	
	48 h	72 h	48 h	72 h
	-----%-----			
1	67,5 a	60,4a	57,8a	60,4ab
2	70,6 a	50,8b	54,2a	63,4a
3	63, 1ab	43,2bc	42,9b	54,7 bc
4	49,8 b	38,4c	40,4b	50,1c
C.V.(%)	6,8		9,5	

Os dados foram transformados em $\arcsin \sqrt{x/100}$;

Comparação de médias dentro de cada coluna foram realizadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Verificou-se que o período de 72 horas, tanto a 41°C quanto à 45°C proporcionou melhor classificação dos lotes em diferentes níveis de vigor, como também forneceu, de maneira geral, informações compatíveis com os resultado do teste de deterioração controlada (Tabela 4). Nota-se também, que os resultados se mantiveram próximos ao verificados no envelhecimento acelerado tradicional (Tabela 6) quando se utilizou o período de 72 horas a 41°C.

A descrição do teste de envelhecimento acelerado cita a possibilidade da utilização de temperaturas de 40 a 45°C; porém, recentemente, grande parte dos pesquisadores que se dedicam a estudos sobre o teste tem dado preferência à 41°C (MARCOS FILHO, 1999b).

Tabela 13 Médias dos teores de água de sementes de quiabo, cv. Santa Cruz, submetidas ao teste de envelhecimento acelerado com solução salina. (Etapa II)

Lotes	Teor de água após o envelhecimento com solução salina*			
	41°C		45°C	
	72 h	96 h	72h	96h
	-----%-----			
1	12,3	12,0	12,4	12,8
2	12,6	12,8	12,7	13,4
3	12,3	12,9	12,2	12,9
4	12,6	13,1	13,0	13,7
Média	12,4	12,7	12,5	13,2

*Teores de água não foram analisados estatisticamente

O teor de água das sementes após os períodos de envelhecimento (Tabela 13) foi, de maneira geral, semelhante para todos os lotes, concordando com o teor de água obtidos anteriormente (Tabela 11), revelando, portanto, a eficiência do método em retardar a absorção de água pelas sementes.

4.5 Condutividade elétrica

Os resultados do teste de condutividade elétrica, envolvendo as combinações número de sementes (25 e 50), volume de água (25 e 50mL) e temperaturas (25 e 30°C), nos períodos 1, 2, 4, 6, 12, 18 e 24 horas de embebição, estão apresentados nas Tabelas 14 a 17.

Relativamente aos dados de condutividade elétrica apresentados na Tabela 14 observou-se que para a combinação 25 sementes em 25 mL à 25°C não houve diferença estatística significativa para o períodos de embebição de 1, 2 e 4 horas.

Contudo foram verificados diferenças altamente significativas para os períodos de 6, 12, 18 e 24 horas de embebição. Observou-se para o período de 24h de embebição que o mesmo foi mais sensível em detectar uma maior diferenciação entre os lotes estudados. O lote 2 apresentou uma qualidade superior aos demais sendo, seguido pelo lote 1, 3 e 4, sendo o 4 de qualidade inferior.

Considerando-se a combinação 25 sementes em 50 mL à 25°C também não foram constatados diferenças entre os períodos de 1, 2 e 4 horas de embebição. Para os períodos de 6, 12, 18 e 24 horas foram observadas diferenças estatísticas sendo o período de 24 horas o que apresentou melhor distinção entre os lotes. O mesmo permitiu diferenciar os lotes sendo o lote 2 o de melhor qualidade, os lotes 1 e 3 não diferiram entre si e o lote 4 de pior qualidade, não diferindo do lote 1.

A recomendação do período de 24 horas de embebição foi adotado pela pesquisa como padrão para teste de CE para sementes de ervilha. Resultados semelhantes foram encontrados para sementes de maxixe (TORRES , 1998); tomate (RODO et al., 1998); quiabo (DIAS et al., 1998); cebola (PIANA et al., 1995a ; TORRES, 1998) e ervilha (RECH et al., 1999).

Os resultados obtidos com o teste de condutividade elétrica para essas sementes, nas diversas combinações, indicaram um aumento progressivo das leituras com o decorrer de período de embebição o que se mostra coerente com as observações de LOEFFLER et al., (1988) e DIAS et al., (1996).

Tabela 14 Dados médios de condutividade elétrica ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) utilizando 25 sementes à temperatura de 25°C em quantidades de água de 25 e 50mL, respectivamente, de quatro lotes de sementes de quiabo, cv. Santa Cruz. **(Etapa I)**

Lotes	Períodos de embebição para 25 sementes à 25°C						
	1h	2h	4h	6h	12h	18h	24h
-----25 mL -----							
1	50,1a	58,8a	74,5a	86,2ab	119,5a	145,5a	187,4c
2	35,2a	42,5a	50,2a	58,4b	82,2b	96,2b	121,2d
3	40,2a	50,0a	69,2a	87,2ab	124,0a	146,4a	223,5b
4	44,6a	52,1a	67,4a	90,4a	139,1a	164,3a	256,8a
C.V. (%)	17,52						
-----50 mL -----							
1	25,5a	30,0a	36,4a	46,2ab	67,4a	98,4a	119,4ab
2	20,0a	24,5a	28,5a	32,5b	39,4b	45,1b	69,0c
3	22,5a	27,2a	35,2a	40,4ab	64,2a	85,0a	102,4b
4	25,4a	30,5a	41,4a	50,2a	77,4a	90,1a	133,6a
C.V. (%)	19,3						

Comparação de médias dentro de cada coluna foram realizadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 15 em que foram utilizadas combinações de 50 sementes em 25 mL a 25°C não houve diferença estatística para os períodos de embebição de 1, 2, 4 e 6 horas, porém se observou diferenças altamente significativas para os períodos de 12, 18 e 24 horas de embebição.

O que apresentou melhores resultados foi o período de 24 horas de embebição separando os lotes em 4 níveis de vigor. O melhor lote foi o 2 significativamente

superior aos demais seguindo-se os lotes 1, 3 e 4, sendo o 4 o que apresentou pior resultado em relação a condutividade elétrica. Para a combinação de 50 sementes em 50 mL à 25°C não foram constatadas diferenças entre os períodos de 1, 2 e 4 horas de embebição, observando-se diferenças altamente significativa para os períodos de 6, 12, 18 e 24 horas.

O período de 24 de embebição permitiu uma diferenciação melhor entre os lotes, sendo o lote 2 de melhor qualidade, os lotes 1 e 3 intermediários e o 4 como de qualidade inferior .

Na Tabela 16 estão apresentados os resultados da condutividade elétrica considerando as combinações 25 sementes em 25 ou 50 mL à 30°C.

De acordo com esses dados não foram constatadas diferenças significativas para os períodos de embebição de 1, 2, 4, 6 e 12 horas. Foram, porém observadas diferenças para os períodos de 18 e 24 horas, sendo que o período de 24 horas apresentou uma melhor diferenciação entre os lotes, sendo o lote 1 de qualidade superior, os lotes 2 e 3 intermediários e o lote 4 inferior aos demais.

Para a combinação 25 sementes em 50mL à 30°C, também não foram verificadas diferenças para os períodos de 1, 2 ,4 e 6 horas de embebição. Contudo houveram diferenças estatísticas para os períodos de 12, 18 e 24 horas de embebição. Novamente o período de 24 horas permitiu uma melhor diferenciação entre os lotes, sendo o lote 3 de melhor qualidade que os demais, os lotes 2 e 4 intermediários e o 1 foi o que apresentou pior qualidade em relação a condutividade elétrica.

Tabela 15 Dados médios de condutividade elétrica ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) utilizando 50 sementes, à temperatura de 25°C em quantidades de água de 25 e 50 mL, respectivamente, de quatro lotes de sementes de quiabo, cv. Santa Cruz. (Etapa I)

Lotes	Períodos de embebição para 50 sementes à 25°C						
	1h	2h	4h	6h	12h	18h	24h
-----25 mL -----							
1	42,5a	51,2a	66,5a	82,0a	105,1ab	120,4b	159,5c
2	42,3a	48,1a	55,4a	66,2a	94,0b	109,6b	131,1d
3	39,2a	49,5a	62,2a	84,3a	118,2a	150,8a	191,2b
4	35,0a	45,7a	56,0a	80,4a	119,4a	180,7a	228,5a
C.V. (%)	12,52						
-----50 mL -----							
1	22,2a	26,8a	41,5a	53,5a	73,5a	80,8a	107,5b
2	21,1a	25,6a	33,6a	36,4b	49,7b	63,8b	74,6c
3	24,2a	28,4a	35,4a	44,6ab	65,8ab	94,1a	109,4ab
4	20,3a	26,6a	35,6a	44,8ab	66,9a	73,0b	124,6a
C.V. (%)	18,05						

Comparação de médias dentro de cada coluna foram realizadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Tabela 16 Dados médios de condutividade elétrica ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) utilizando 25 sementes à temperatura de 30°C em quantidades de água de 25 e 50 mL, respectivamente, de quatro lotes de sementes de quiabo, cv. Santa Cruz. **(Etapa I)**

Lotes	Períodos de embebição para 25 sementes a 30°C						
	1h	2h	4h	6h	12h	18h	24h
-----25 mL -----							
1	45,5a	54,2a	65,1a	78,9a	127,5a	122,2b	140,5c
2	40,4a	45,5a	53,7a	64,7a	103,6a	126,4b	185,2b
3	39,3a	45,1a	55,4a	69,3a	109,7a	153,1ab	202,0ab
4	43,5a	51,7a	62,7a	75,1a	126,9a	187,6a	237,5a
C.V. (%)	18,70						
-----50 mL -----							
1	30,4a	51,3a	58,5a	67,2a	90,8a	120,0a	160,0a
2	28,4a	41,0a	49,7a	58,7a	98,5a	102,5b	120,0b
3	34,2a	39,1a	47,8a	57,9a	75,2b	98,5b	102,4c
4	36,4a	40,8a	52,2a	60,0a	88,8a	135,5a	145ab
C.V. (%)	25,16						

Comparação de médias dentro de cada coluna foram realizadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade;

Em relação aos resultados da condutividade elétrica apresentados na Tabela 17 em que foram estudadas as combinações 50 sementes em 25 mL à 30°C não foram verificadas diferenças significativas para os períodos de embebição de 1, 2, 4 e 6 horas. Foram observadas diferenças altamente significativas para os períodos de 12, 18 e 24 horas. Nos três períodos os resultados foram semelhantes e não houve uma diferenciação dos lotes, destacando-se o lote 2 como de melhor qualidade

significativamente diferente dos lotes 1, 3 e 4 que não diferiram entre si porém apresentaram uma qualidade inferior.

Para as combinações de 50 sementes em 50mL à 30°C (Tabela 17), também constatou-se não haver diferença estatística para os períodos de 1, 2, 4 e 6 horas de embebição. Foram verificadas diferenças altamente significativas para os períodos de 12, 18 e 24 horas, sendo que este ultimo permitiu uma melhor distinção entre os lotes. O lote 2 apresentou-se desempenho superior aos demais, os lotes 1 e 3 apresentaram desempenho intermediário e o lote 4 apresentou uma pior qualidade em relação à condutividade elétrica.

Em relação à temperatura, verificou-se que a lixiviação de exsudatos foi proporcional ao aumento da temperatura empregada. Segundo MURPHY & NOLAND, (1982), a maior temperatura de embebição provoca dano térmico as membranas, causando aumento da energia de ativação das moléculas, alterando a viscosidade da água e, conseqüentemente, aumentando os valores de condutividade. Por outro lado, verificou-se que em baixas temperaturas, o processo de reorganização de membranas é mais lento e o período de perda de lixiviados pelas sementes é mais longo (GIVELBERG et al., 1984).

Na temperatura de 25°C (Tabelas 14 e 15), observou-se uma tendência de separação dos lotes a partir 6 horas de embebição, sendo que resultados mais consistentes foram obtidos apenas no período de 24 horas. No caso do procedimento a 30°C (Tabela 16 e 17), observaram-se variações na classificação dos lotes quanto ao vigor, somente a partir de 12 horas de embebição, assemelhando-se a temperatura de 25°C no que diz respeito ao período de 24 horas por apresentar uma maior sensibilidade na ordenação dos lotes em diferentes níveis de potencial fisiológico.

Tabela 17 Dados médios de condutividade elétrica ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) utilizando 50 sementes, à temperatura de 30°C em quantidades de água de 25 e 50 mL, respectivamente, de quatro lotes de sementes de quiabo, cv. Santa Cruz. **(Etapa I)**

Lotes	Períodos de embebição para 50 sementes a 30°C						
	1h	2h	4h	6h	12h	18h	24h
-----25 mL -----							
1	50,1a	58,4a	75,8 a	105,6 a	171,7 a	221,7a	263,9 a
2	44,1a	39,7a	61,2 a	71,7 a	95,7 b	123,5b	141,8 b
3	42,8a	49,5a	63,7 a	98,4 a	150,6 a	200,2a	258,7 a
4	49,4a	58,7a	74,5 a	92,9 a	162,9 a	225,8a	279,7 a
C.V. (%)	12,16						
-----50 mL -----							
1	49,8 a	50,5 a	67,8 a	80,5 a	92,5b	158,8a	185,8b
2	40,5 a	42,1 a	58,8 a	45,5 a	86,2b	120,5b	142,4c
3	39,8 a	45,2 a	52,5 a	73,2 a	102,6a	135,8ab	178,7b
4	45,4 a	50,6 a	62,5 a	78,5 a	107,4a	165,7a	205,4a
C.V. (%)	18,16						

Comparação de médias dentro de cada coluna foram realizadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade;

Considerando os efeitos das temperaturas de embebição e de avaliação, recomenda-se o uso de 25°C, por ser esta temperatura mais encontrada nas condições ambientais dos laboratórios de análise de sementes, ou seja, essa temperatura está, normalmente, mais próxima das condições internas, do que a de 30°C (VIEIRA, 1994; VIEIRA & KRZYZANOWSKI, 1999).

Com relação ao número de sementes, em geral, verificou-se que, mantendo constante a temperatura, o volume e período de embebição os valores de lixiviação apresentaram pequenos aumentos de condutividade em função do aumento de número de sementes. Embora, o número de sementes por amostra avaliada de 50 sementes tem sido recomendado (VIEIRA, 1994; HAMPTON & TEKRONY, 1995). Constatou-se que o uso de 25 sementes foi mais eficiente com redução no período de condicionamento das sementes em classifica em níveis de vigor a partir de 6 horas de embebição. Também foi constada na literatura, certa variabilidade nos procedimentos para sementes de olerícolas, sugerindo a diminuição do número de sementes para 25 (MARCOS FILHO, 1990; FESSEL et al., 2003; OLIVEIRA & NOVEMBRE, 2005).

Verificou-se que a redução do volume de água, quando se mantiveram constantes os outros fatores (número de sementes, temperatura e período de embebição), estabeleceu, em geral, relação direta com o aumento do valor da lixiviação. Assim, com o uso do volume de 25 mL foram obtidas leituras mais altas de condutividade elétrica em relação ao volume de 50 mL, o que já era esperado, uma vez que a embebição e um volume maior de água implica em maior diluição dos lixiviados, como observado por (LOEFFLER 1981 e TORRES, 2002).

Para as sementes de cebola, o teste de condutividade elétrica não mostrou sensibilidade para a separação dos lotes de alto dos de baixo vigor (LIMA, 1993). Da mesma forma, ARGERICH & BRADFORD (1989) e NOVEMBRE et al. (1995) não obtiveram resultados consistentes para as sementes de tomate. Por outro lado, DIAS et al. (1998) concluíram que o teste de CE foi eficiente para a avaliação do potencial fisiológico das sementes de feijão-de-vagem e de quiabo. Resultados semelhantes foram obtidos para sementes de cenoura, em que o teste de CE foi considerado o mais indicado para estimar o vigor, devido à facilidade de execução, objetividade e rapidez (ANDRADE et al., 1995).

Diante do exposto, verificou-se que a melhor combinação obtida, foi a que utilizou 25 sementes em 25 mL a 25°C (Tabela 14), demonstrando sensibilidade para detectar diferenças entre os lotes, com possibilidade de redução no período de embebição das sementes.

Os dados obtidos para o teste de condutividade elétrica, utilizando-se 25 sementes com 25 mL de água a 25°C nos períodos de 6, 12, 18 e 24 horas de embebição, estão apresentados na tabela 18.

Tabela 18 Dados médios de condutividade elétrica utilizando 25 sementes em 25 mL a 25°C, de quatro lotes de sementes de quiabo, cv. Santa Cruz. (**Etapa II**)

Lotes	Períodos de embebição			
	6h	12h	18h	24h
	----- $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ -----			
1	70,1a	127,8a	147,9a	190,5ab
2	55,3b	94,5b	98,9b	127,2c
3	57,3b	131,0a	135,9a	219,7b
4	78,1a	118,4a	148,6a	248,4a
C.V. (%)	16,7			

Comparação de médias dentro de cada coluna foram realizadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade;

Os resultados obtidos revelaram que a partir do período de 6h de embebição foi possível detectar diferenças entre a qualidade dos lotes. Assim, verificou-se a superioridade dos lotes 2 e 3 significativamente diferentes dos lotes 1 e 4 que não diferiram entre si.

Para os períodos de embebição de 12 e 18 horas o comportamento foi semelhante sendo o lote 2 de melhor qualidade diferenciando-se dos lotes 1, 3 e 4 que não diferiram entre si, sendo de qualidade inferior.

Verificou-se que o período de 24 horas de embebição foi o que se destacou, sendo mais adequado na estratificação dos lotes em diferentes níveis de potencial fisiológico. Foram constatadas diferenças altamente significativas entre os lotes, sendo o

lote 2 de qualidade superior, os lotes 1 e 3 intermediários e o 4 como de menor qualidade em relação a condutividade elétrica.

4.6 Lixiviação de potássio

Os dados obtidos para o teste de lixiviação de potássio, envolvendo as combinações entre número de sementes, volume de água e temperatura encontram-se na Tabela 19 e, constatou-se que os diferentes períodos de embebição não apresentaram diferenciação dos lotes, com relação ao potencial fisiológico das sementes, exceto no período de 24 horas em que se pode classificar os lotes 2 e 3 como de qualidade superior e os lotes 1 e 4 como de qualidade inferior, não diferindo os mesmos entre si.

Tabela 19 Dados médios obtidos para o teste de lixiviação de potássio utilizando 25 sementes em 25 mL a 25°C, de quatro lotes de sementes de quiabo, cv.Santa Cruz. (Etapa I)

Lotes	Períodos de embebição					
	2h	4h	6h	12h	18h	24h
	-----mg/Kg-----					
1	308a	385a	499a	978a	1254a	2043a
2	276a	297a	412a	868a	1005a	1020b
3	293a	375a	431a	993a	1329a	1244b
4	242a	284a	398a	912a	1198a	1768a
C.V. (%)	12,4					

Comparação de médias dentro de cada coluna foram realizadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Apesar desse teste apresentar o mesmo princípio do teste de condutividade elétrica, o mesmo não apresentou resultado semelhante (Tabela 18) quanto à classificação obtida para os lotes 1 e 2. Os demais lotes, por sua vez, revelaram desempenho similar.

Como verificou-se que apenas o período de 24 horas apresentou um certa diferenciação entre o lotes, novo teste foi realizado objetivando verificar a consistência desse período na condução do teste.

Os dados do teste de lixiviação de potássio utilizando a combinação entre número de sementes, volume de água e temperatura no período de 24 horas, estão apresentados na Tabela 20.

Tabela 20 Dados médios obtidos para o teste de lixiviação de potássio utilizando 25 sementes em 25 mL e 24 horas de embebição a 25°C em sementes de quiabo, cv. Santa Cruz. **(Etapa II)**

Lotes	Lixiviação de K ⁺ (mg/Kg)
1	2078a
2	1010b
3	1232b
4	1841a
C.V. (%)	21, 2

Comparação de médias dentro de cada coluna foram realizadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Analisando o resultado, verificou-se que os comportamentos dos lotes a 24 horas de embebição foram similares aos obtidos anteriormente (Tabela 19), ou seja, os lotes 1 e 4 como de qualidade inferior e os lotes 2 e 3 como de qualidade superior. SIMON &

RAJA-HARUN, (1972), verificaram que o período de 24 horas de embebição foi o mais eficiente em detectar diferenças de vigor em sementes de ervilha.

De maneira geral, o resultados desse teste, apesar de semelhante aos princípios do teste de condutividade elétrica, apresentou baixa sensibilidade em classificar os lotes em diferentes níveis vigor. DIAS et al., (1998) procurando adaptar a metodologia do teste de lixiviação de potássio para a avaliação rápida do vigor de sementes de feijão-de-vagem e de quiabo, concluiu que o teste necessita ainda de estudos adicionais para adequar a metodologia e viabilizar a sua utilização.

4.7 Correlação entre o teste de emergência de plântulas em campo e os testes de vigor em laboratório

Os resultados das correlações entre os testes de emergência em campo os testes de vigor realizado no laboratório estão apresentados na Tabela 21.

Em função do baixo valor do coeficiente de correlação ($r = 0,15_{ns}$) para o teste de germinação, podemos verificar que as condições impostas no teste de germinação em laboratório não foram às mesmas do teste de emergência de plântulas em campo.

A correlações positivas foram verificadas nos testes de deterioração controlada ($r=0,93^{**}$) e de envelhecimento acelerado com solução salina ($r= 0,83^{*}$). Para os resultados de correlação entre emergência de plântulas e condutividade elétrica, verificou-se correlação negativa entre os testes. Isto significa que aumentos nos valores de condutividade elétrica corresponderam a queda nos níveis de emergência de plântulas (vigor de sementes) e, este fato, concorda com relatos da literatura, onde os aumentos nos índices de condutividade elétrica corresponderam à maior lixiviação de solutos e, portanto, à diminuição na qualidade fisiológica das sementes (POWELL, 1986; MARCOS FILHO et al., 1990).

Tabela 21 Coeficiente de correlação entre os resultados do teste de emergência de plântulas (EP), e os de germinação (TG), de primeira contagem de germinação (PC), de deterioração controla (DC), de envelhecimento acelerado (EA) e o de condutividade elétrica (CE).

Testes de Laboratório x emergência de plântula	Coef. Correlação (r)
Germinação	0,15 ns
Primeira contagem	- 0,34 ns
DC com teor de água de 24% a 41°C	0,93 **
EA após 72 horas a 41°C	0,27 ns
EA com solução salina após 72 horas a 41°C	0,83 *
EA com solução salina após 72 horas a 45°C	-0,30 ns
CE após 6 horas	-0,70 **
12 horas	-0,75 **
18 horas	-0,78**
24 horas	-0,86**

ns: não significativo e significativo a 1% (**) e 5% (*) de probabilidade.

5 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados foram obtidas as seguintes conclusões:

- É possível estimar o vigor de sementes de quiabo por meio dos testes de envelhecimento acelerado, deterioração controlada e condutividade elétrica;
- A combinação de 24% de teor de água das sementes, mantidas a 41°C durante 24 horas é a mais adequada para avaliação do potencial fisiológico das sementes de quiabo por meio da deterioração controlada;
- O teste de envelhecimento acelerado com e sem solução saturada de NaCl, a 41°C por 72 horas, é o mais indicado para avaliação do potencial fisiológico de sementes de quiabo;
- A condição mais adequada para o teste de condutividade elétrica de sementes de quiabo, é a embebição das sementes em 25 mL de água com 25 sementes por 24 horas a 25°C;
- O teste de lixiviação de potássio necessita de estudos adicionais para adequar seu método e viabilizar a sua utilização para sementes de quiabo;
- Constatou-se correlações significativas entre o teste de emergência de plântulas em campo e os testes de deterioração controlada, envelhecimento acelerado com solução salina e condutividade elétrica.

6 REFERÊNCIAS

ABDEL SAMAD, L.M.; PEARCE, R.S. Leaching of ions, organic molecule, and enzymes from seeds of peanut (*Arachis hypogaea* L.) imbibing without testas or with intact testas. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.29, n.112, p.1471-1478, 1978.

ABDO, M.T.V.N.; PIMENTA, R.S.; PANOBIANCO, M.; VIEIRA, R.D. Testes de vigor para avaliação de sementes de pepino. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.27, n.1, p.195-198, 2005.

ALSADON, A.A.; YULE, L.J.; POWELL, A.A. Influence of seed ageing on the germination, vigour and emergence in module trays of tomato and cucumber seeds. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.23, n.3, p.665-72, 1995.

ANDRADE, R.N.; SANTOS, D.S.B.; SANTOS FILHO, B.G.; MELLO, V.D.C. Correlação entre testes de vigor em sementes de cenoura armazenadas por diferentes períodos. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.1, n.1, p.153-162, 1995.

ARGERICH, C.A.; BRADFORD, K.J. The effects of priming and ageing on seed vigour in tomato. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.40, n.214, p.599-607, 1989.

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigor testing handbook**. Lincoln: AOSA, 1983. 93p. (Contribution, 32).

BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação agrícola**. 3.ed. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 247p.

BATAGLIA, O.C.; FURLANI, A.M.C.; TEIXEIRA, J.P.F.; FURLANI, P. R.; GALLO, J. R. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1983. 48p. (Boletim Técnico, 78).

BENNETT, M.A. Determination and standardization challenges of vigor tests of vegetable seeds. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v.11, n.3, p.58-62, 2001.

BHÉRING, M.C.; DIAS, D.C.F.S.; GOMES, J.M.; BARROS, D.I. Métodos para avaliação do vigor de sementes de pepino. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, n.2, p.171-175, 2000.

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

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. (Ed.) **Sementes: ciências, tecnologia e produção**. 4 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

CASTRO, M.M.; MARTINS, C.C.; MARTINELLI-SENEME, A.; NAKAGAWA, J. Metodologia para a avaliação do vigor de sementes de tomate híbrido Saldanha. **Informativo Abrates**, v.13, n.3, p.432, 2003.

COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRADA. **Padrões de sementes para 1999/2000**. Campinas, 1999. 6p.

COPELAND, L.O. **Principles of seed science and technology**. Minneapolis, Burgess Publishing Company, 1976. 369p.

CORTES, P.M.; SPAETH, S.C. Potassium leakage from artificially aged pea (*Pisum sativum* L.) embryos during imbibition. **Journal of Seed Technology**, v.8, n.1, p.30-42, 1994.

CUSTÓDIO, C.C.; MARCOS FILHO, J. Potassium leachate test for the evaluation of soybean seed physiological quality. **Seed Science and Technology**, Zurich. v.25, n.3, p.549-564, 1997.

DELOUCHE, J.C. Standardization of vigor tests. **Journal of Seed Technology**, Springfield, 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**, Zurich, v.1, n.2, p.427-452, 1973.

DEMIR, I.; ERMIS, S.; OKÇU, G.; MATTHEWS, S. Vigour tests for predicting seedling emergence of aubergine (*Solanum melongena* L.) seed lots. **Seed Science and Technology**. Zurich, v.33, p.481-484, 2005.

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

DIAS, D.C.F.S.; BHÉRING, M.C.; TOKUHISA, D.; HILST, P.C.; DIAS, L.A.S. Teste de deterioração controlada em sementes de melão. **Informativo Abrates**, Londrina, v.13, n.3, p.173, 2003.

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

DIAS, D.C.F.S.; VIEIRA, A.N.; BHÉRING, M.C. Condutividade elétrica e lixiviação de potássio para avaliação do vigor de sementes de hortaliças: feijão e quiabo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.2, p.408-413, 1998.

DIAS, D.C.F.S.; VIEIRA, A.N.; BHERING, M.C. Estudo dos testes de condutividade elétrica e lixiviação de potássio para avaliação do vigor de sementes de hortaliças: I. couve-flor, cebola e cenoura. In: Seminário Panamericano de Semillas, 15; 1996, Gramado. **Anais**. Gramado: CESM; FELAS, 1996. P.28.

DOIJODE, S.D. Solute leakage in relation to loss seed viability in chilli cultivars. **Indian Journal of Plant Physiology**, New Delhi, v.31, n.3, p.285-287, 1988.

FESSEL, S.A.; SILVA, L.J.R.; GALLI, J.A.; SADER, R. Teste de condutividade elétrica para estimar o potencial fisiológico de sementes de brócolis. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.13, n3, p.305, 2003.

FESSEL, S.A.; SILVA, L.J.R.; GALLI, J.A.; SADER, R. Uso de solução salina (NaCl) no teste de envelhecimento acelerado em sementes de brócolis (*Brassica oleracea* L. var. *itálica* Plenck). **Científica**, Jaboticabal, v.33, n.1, p.27-34, 2005.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 2000. 402p.

GIVELBERG, A.; HOROWITZ, M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. Solute leakage from *Solanum nigrum* L. seeds exposed to high temperatures during imbibition. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.35, n.161, p.1754-1763, 1984.

GUIMARÃES, J.R.M.; MALAVASI, M.M.; LOPES, H.M. Definição do protocolo do teste de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) **Informativo Abrates**, Londrina, v.3, n.3, p.138, 1993.

HALLOIN, J.M. Solute loss deteriorated cottonseed: relationship between deterioration, seed moisture, and solute loss. **Crop Science**, Madison, v.15, n.1, p.11-15, 1975.

HAMPTON, J.G.; COOLBEAR, P. Potential versus actual seed performance can vigour testing provide an answer. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.18, n.2. p. 215-228, 1990.

HAMPTON, J.G.; TEKRONY, D.M. Controlled deterioration test. In: HAMPTON, J.G.; TEKRONY, D.M. (Eds.). **Handbook of vigour test methods**. Zurich: ISTA, 1995. 117p.

HAMPTON, J.G.; TEKRONY, D.M. (ed.) **Handbook of vigour test methods**. Zurich, International Seed Testing Association, 3ªed. 117pp., 1995.

HEPBURN, H.A.; POWELL, A.A. ; MATTHEWS, S. Problems associated with the routine application off electrical conductivity measurements of individual seeds in the germination testing of peas and soybeans. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 12, p.403-13, 1984.

IDIARTE, H.G. **Relação do envelhecimento acelerado na qualidade fisiológica de sementes de cebola**. Piracicaba, 1995. 84p. Dissertação (M.S) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. Banco de dados IEA, São Paulo, 2004. Disponível em <http://www.iea.sp.gov.br> Acesso em 24/06/2007.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. **Handbook of vigour test methods**. 3.ed. Zurich, 1995.117p.

JIANHUA, Z.; McDONALD, M.B. The saturated salt accelerated aging test for small-seeded crops. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.25, p.123-131, 1996.

KIKUTI, A.L.P.; MENTEN, J.O.M.; MORAES, M.H.D.; OLIVEIRA, S.R.S. Interferência da assepsia em sementes de pimentão submetidas ao teste de envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.27, n.2, p.44-49, 2005.

KRZYŻANOWKI, F.C.; VIEIRA, R.D. Deterioração controlada. In: KRZYŻANOWKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.61 -68.

KRZYŻANOWSKI, 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.

KRZYŻANOWKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. 218p.

KULIK, M.M.; YAKLICH, R.W. Evaluation for vigor tests in soybeans 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.

LEOPOLD, A.C. Temperature effects on soybean imbibition and leakage. **Plant Physiology**, Stanford, v.65, n.4, p.1096-1098, 1980.

LIMA, D. **Avaliação da viabilidade e vigor de sementes de cebola (*Allium cepa* L.)**. Pelotas, 1993. 61p. Dissertação (M.S) – Universidade Federal de Pelotas.

LIMA, W.A.A.; DIAS, D.C.F.S.; BACCO, M.G. Teste de envelhecimento acelerado na avaliação do vigor de sementes de quiabo. **Informativo Abrates**, Londrina, v.7, n1-2, p.179, 1997.

LOEFFLER, T.M. **The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality**. Lexington, 1981. 181p. Dissertation (M.S.) – University of Kentucky.

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

LOOMIS, E.L.; SMITH, O.E. The effect of artificial aging on the concentration of Ca, Mg, Mn, K and Cl in imbibing cabbage seed. **Journal of American Society of Horticultural Science**, Alexandria, v.105, n.5, p.647-650, 1980.

LOTT, J.N.A.; CAVDEK, V.; CARSON, J. Leakage of K, Mg, Cl, Ca and Mn from imbibing seeds, grains and isolated seed parts. **Seed Science Research**, London, v.1, n.4, p.229-233, 1991.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p.176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C., VIEIRA, R.D., FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes**: Conceitos e Testes. Londrina: ABRATES, 1999b. p.3.1 – 3.2.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes**: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999a, p.1-21.

MARCOS FILHO, J.; SILVA, W.R.; NOVENBRE, A.D.L.C.; CHAMA, H.M.C.P. Estudo comparativo de métodos para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, com ênfase do teste de condutividade elétrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.25, n.12, p.1805-1815, 1990.

MARTINS, C.C.; MARTINELLI-SENEME, A.; CASTRO, M.M.; NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C. Comparação entre métodos para a avaliação do vigor de lotes de sementes de couve-brócolos (*Brassica oleraceae* L. var. *itálica* Plenck). **Revista Brasileira de Sementes**. Londrina, v.24, n.2, p.96-101, 2002.

MARTINS, L.; SPINOLA, M.C.M.; CALIARI, M.F.; TESSARIOLI NETO, J. Comparação entre métodos para avaliação do vigor de sementes de cenoura (*Daucus carota* L.). In: SEMINÁRIO PANAMERICANO DE SEMILLAS, 15. **Anais**. Gramado, 1996. p.11.

MATTHEWS, S. Approaches to the indirect evaluation of germination and vigour. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.55, n. esp., p.62-66, 1998.

MATTHEWS, S.; Controlled deterioration: a new vigour test for crop seeds. In: Habbleshwaite, P.D. (ed.). **Seed production**. London, p.647-660, 1980.b

McDONALD, M.B. Improving our understanding of vegetable and flower seed quality. **Seed Technology**, Lexington, v.20, n.2, p.121-124, 1998.

MELLO, S.C.; SPINOLA, M.C.M.; MINAMI, K. Métodos de avaliação da qualidade fisiológica de sementes de brócolos. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.56, n.3, p.1151-1155, 1999.

MENDONÇA, E.A.F.; RAMOS, N.P.; FESSEL, S.A. Adequação da metodologia do teste de deterioração controlada para sementes de brócolis. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.25, n.1, p. 18-24. 2003.

MIRANDA, D.M. ; NOVENBRE, A.D.L.C.; CHAMMA, J.M.C.P.; MARCOS FILHO, J. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de pimentão pelo teste de lixiviação de potássio. **Informativo Abrates**, Londrina, v.13, n.3, p.275, 2003.

MOSS, G.I.; MULLET, J.H. Potassium release and seed vigour in germination bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seed as influenced by temperature over the previous five generations. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.33, n.137, p.1147-1160, 1982.

MURPHY, J.B.; NOLAND, T.L. Temperature effects on seed imbibition and leakage mediated by viscosity and membranes. **Plant Physiology**, Stanford, 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. (Ed.). **Vigor de sementes: Conceitos e Testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.2.1 – 2.24.

NASCIMENTO, W.M.; BARROS, B.C.G.; PESSOA, H.B.S.V. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de tomate. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.15, n.2, p.251-253, 1993.

NOVEMBRE, A.D.L.C.; DIAS, D.C.F.S.; CHAMA, H.M.C.P.; MARCOS FILHO, J. Estudo da metodologia dos testes de envelhecimento acelerado e de condutividade elétrica para sementes de tomate. **Informativo Abrates**, Londrina, v.3, n.3, p.140, 1995.

OLIVEIRA, J.A. **Correlação entre a evolução de hexanal e de aldeídos totais, a lixiviação de íons e o potencial de germinação de sementes de soja (*Glycine Max* (L.) Merrill)**. Viçosa, 1990. 79p. Dissertação (D.M.) – Universidade Federal de Viçosa.

OLIVEIRA, S.R.S de; NOVEMBRE, A.D.L.C. Teste de condutividade elétrica para as sementes de pimentão. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.27, n.1, p.31-36, 2005.

OSMAN, O.A.; GEORGE, R.A.T. Controlled deterioration as a vigor test for sweet pepper seed. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 218, p.109-114, 1988.

PAIVA, A.S. de; LOPES, M.M.; TESSER, S.M.; PANOBIANCO, M.; VIEIRA, R.D. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de couve-flor. **Científica**, Jaboticabal, v.33, n.1, p.103-105, 2005.

PANOBIANCO, M.; MARCOS FILHO, J. Comparação entre métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de pimentão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.2, p.306-310, 1998.

PANOBIANCO, M.; MARCOS FILHO, J. Envelhecimento acelerado e deterioração controlada em sementes de tomate. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.58, n.3, p.525-531, 2001a.

PANOBIANCO, M.; MARCOS FILHO, J. Evaluation of the physiological potential of tomato seeds. **Seed Technology**, Lansing, v.23, n.2, p.151-161, 2001b.

PIANA, Z.; TILLMANN, M.A.A.; MINAMI, K. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de cebola e sua relação com a produção de mudas vigorosas. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.17, n.2, p.149-153, 1995.

POWELL, A.A. The controlled deterioration test. In: van de VENTER, H.A. (Ed.). **Seed Vigour Testing Seminar**. Copenhagen. The International Seed Testing Association. p.73-87. 1995.

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

POWELL, A.A.; MATTHEWS, S. Evaluation of controlled deterioration: a new vigour test for small seed vegetable. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.9, n.2, p.633-40, 1981.

POWELL, A.A.; THORNTON, J.M.; MITCHELL, A. Vigour differences in brassica seed and their significance to emergence and seedling variability. **Journal of Agricultural Science**, New York, v.116, n.3, p.369-373, 1991.

RAMOS, N.P.; FLOR, E.P.O.; MENDONÇA, E.A.F.; MINAMI, K. Envelhecimento acelerado em sementes de rúcula. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.26, n.1, p.98-103, 2004.

RECH, E.G.; VILLELLA, F.A.; TILLMANN, M.A.A. Avaliação rápida da qualidade fisiológica de sementes de ervilha. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n.2, p.1-9, 1999.

RIBEIRO, F.C. **Comparação entre os sistemas de envelhecimento artificial de sementes através de soluções salinas e o tradicional em cenoura (*Daucus carota* L.) alface (*Lactuca sativa* L.) e brócolos (*Brassica oleracea* variedade itálica Plenk)**. 2000. 56f. Dissertação (Mestrado em Produção e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.

ROBERTS, E.H. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.1, n.3, p.499-514, 1973.

RODO, A.B.; MARCOS FILHO, J. Accelerated aging and controlled deterioration for the determination of the physiological potential of onion seeds. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.60, n.3, p.465-469, 2003.

RODO, A.B.; MARCOS FILHO, J. Teste de lixiviação de potássio para avaliação rápida do potencial fisiológico de sementes de cebola. **Informativo Abrates**, Londrina, v.11, n.2, p.183, 2001.

RODO, A.B.; PANOBIANCO, M.; MARCOS FILHO, J. Metodologia alternativa do teste de envelhecimento acelerado para sementes de cenoura. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.57, n.2, p.289-292, 2000.

RODO, A.B.; TILLMANN, M.A.A.; VILLELA, F.A.; SAMPAIO, N.V. Teste de condutividade elétrica em sementes de tomate. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.1, p.29-38, 1998a.

RODO, A.B.; TILLMANN, M.A.A.; VILLELA, F.A. Testes de vigor na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de tomate. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.1, p.23-28, 1998.

ROSSETTO, C.A.V.; FERNANDES, E.M.; MARCOS FILHO, J. Metodologias de ajuste do grau de umidade e comportamento das sementes de soja no teste de germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.17, n.2, p.171-178, 1995.

SÁ, M.E. Condutividade elétrica em sementes de tomate (*Lycopersicon lycopersicum* L.). **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.56, n.1, p.13-19, 1999.

SILVA, J.B.; VIEIRA, R.D.; CECILIO FILHO, A.B. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de beterraba usando-se o teste de envelhecimento acelerado. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.2, p.157, 2002. CD_ROM.

SIMON, E.W.; RAJA HARUN, R.M. Leakage during seed imbibition. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.23, n.77, p.1076-1085, 1972.

SPINOLA, M.C.M.; CÍCERO, S.M.; MELO, M. Alterações bioquímicas e fisiológicas em sementes de milho causadas pelo envelhecimento acelerado. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.57, n.2, p.263-270, 2000.

STRYDOM, A.; VAN DE VENTER, H.A. Comparison of seed vigour tests for cabbage (*Brassica oleracea* L. var. Capitata). **Seed Science and Technology**, Zurich, v.26, n.3, p.579-585, 1998.

TAYLON, A.G.; LEE, S.S; BERESNIEWICZ, M.M.; PAINE, D.H. Amino acid leakage from aged vegetable seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.23, n.1, p.113-122, 1995.

TEBALDI, N.D.; SADER, R.; BIRUEL, R.P.; SCALON, N.J.O.; BALLARIS, A.L.; GAVIOLI, E. Determinação do tempo e da temperatura para o teste de envelhecimento acelerado de sementes de brócolos (*Brassica oleracea* L.) var. itálica Plenck. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 11. Foz do Iguaçu, 1999. **Resumos**. Curitiba: ABRATES, 1999, P.120.

TEKRONY, D.M. Accelerated ageing. In: van de VENTER, H.A. (Ed.). **Seed Vigour Testing Seminar**. Copenhagen. The International Seed Testing Association. 1995. p.53-72.

TEKRONY, D.M. Precision: an essential component in seed vigor testing. In: INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION, 26., 2001, Angers, Fr. Mimeografado.

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

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

TOMES, L.T.; TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. Factors influencing the tray accelerated aging test for soybean seed. **Journal of Seed Technology**, Springfield, v.12, n.1, p.24-36, 1988.

TORRES, S.B. Envelhecimento acelerado em sementes de pepino com e sem solução salina saturada. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.2, p.303-306, 2005.

TORRES, S.B. **Métodos para avaliação do potencial fisiológico de sementes de melão**. Piracicaba, 2002. 103F. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

TORRES, S.B.; CARVALHO, I.M.S. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de quiabo (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília, v.20, n.1, p.209-211, 1998.

TORRES, S.B.; CASEIRO, R.F.; RODO, A.B.; MARCOS FILHO, J. Testes de vigor em sementes de maxixe, com ênfase ao teste de condutividade elétrica. **Revista Brasileira de Semente**. Brasília, v.20, n.2, p.480-483, 1998.

TORRES, S.B.; MARCOS-FILHO, J. Accelerated ageing of melon seeds. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 60, n.1, p.77-82, 2003.

TRIGO, M.F.O.O.; TRIGO, L.F.N. Avaliação do vigor em sementes de pepino (*Cucumis sativus* L.). **Informativo ABRATES**, Londrina, v.5, n.2, p.131, 1995a.

TRIGO, M.F.O.O.; TRIGO, L.F.N. Determinação da qualidade fisiológica de sementes de cenoura. **Informativo ABRATES**, Londrina, V.5, n.2, p.134, 1995b.

VIEIRA, R.D. Teste de condutividade elétrica. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Ed.) **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal, FUNEP, 1994. p.103-132.

VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes:** Conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999. p.1-21.

ZAMBOLIM, L. **Sementes:** qualidade fitossanitária. Viçosa: UFV, 2005. 502p.