

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

**AVALIAÇÃO DO VIGOR DE SEMENTES DE BETERRABA
(*Beta vulgaris* L.)**

Josué Bispo da Silva

Orientador: Prof. Dr. Roberval Daiton Vieira

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias do Câmpus de Jaboticabal - UNESP, para obtenção do título de Mestre em Agronomia - Área de Concentração em Produção Vegetal.

Jaboticabal, SP
Fevereiro de 2003

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Josué Bispo da Silva, nascido em 6 de abril de 1969 na cidade de Três Lagoas, MS, é Engenheiro Agrônomo formado em fevereiro de 2001 pela UNESP - Câmpus de Ilha Solteira. Em março de 2001 Iniciou o curso de Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, UNESP - Câmpus de Jaboticabal, obtendo o título de Mestre em Agronomia em fevereiro de 2003.

Porque dele (DEUS), e por meio dele, e para ele são todas as coisas. A ele, pois, a glória eternamente. Amém! (Romanos 11:36)

Ao Senhor DEUS, criador de todas as coisas

DEDICO

Aos meus pais

João Gonçalves da Silva

Vasthi Bispo da Silva

pela estrutura moral e espiritual que me conferiram

Aos meus irmãos

Marcos Bispo da Silva (*até daqui um pouco*)

Edna Bispo da Silva Brasileiro

Ao companheiro

David Brasileiro

À sobrinha mais querida do mundo (de novo)

Bruna Mayra Bispo da Silva Brasileiro

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

- Igreja Presbiteriana do Brasil em Jaboticabal, SP, pelo acolhimento e sustento espiritual;
- Igreja Evangélica Assembléia de Deus em Ilha Solteira, SP, pelo apoio, mesmo à distância;
- Universidade Estadual Paulista - Câmpus de Jaboticabal, por propiciar esta conquista;
- Ao CNPq, pelo suporte financeiro;
- Professor Roberval Daiton Vieira, pela valiosa orientação e amizade;
- Professores Nelson Moreira de Carvalho e Marco Eustáquio de Sá, pelas críticas e sugestões extremamente enriquecedoras a esta dissertação;
- Professores Dennis TeKrony e Dennis Egli, pelas sugestões oportunas;
- Professores Rinaldo Cesar de Paula e José Carlos Barbosa, pela contribuição nas análises estatísticas;
- Professoras Terezinha de Jesus Deléo Rodrigues e Durvalina Maria Mathias dos Santos, pelas contribuições em fisiologia;
- Aos técnicos Lázaro e Rubens (LAS), e Sonia (Laboratório de Fisiologia Vegetal) pela ajuda na parte prática;
- Aos companheiros Kátia van Leeuwen, Fredson de Souza Corrêa e Leandro Reis da Silva, pelo auxílio indispensável na condução dos experimentos;
- Aos colegas Felipe, Fabiana, Cristiane, Fábio, Flávio, Elisabeth, Edilma, Monalisa, Edna, Luciana, Alek, Silvelena e Paulo Trinquê;
- À amiga Carolina Helena Reis, pelo apoio nas atividades em laboratório;
- À André (estagiário LAS), Robélia e Idaruana (Recanto Menina Luz) também pelo apoio nas atividades em laboratório;
- Aos colegas Estácio, Marco Aurélio e Natanael, da República Vaca Louca, pela paciência nos momentos mais difíceis;
- A todos que de alguma forma colaboraram com este trabalho e foram cruelmente esquecidos.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	viii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1. Potencial fisiológico das sementes.....	3
2.2. Testes de vigor.....	5
a) Envelhecimento acelerado.....	6
b) Envelhecimento acelerado em solução salina saturada.....	8
c) Deterioração controlada.....	9
d) Emergência de plântulas em campo.....	11
2.3. Teste de correlação.....	11
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3.1. Teor de água das sementes.....	13
3.2. Teste padrão de germinação.....	14
3.3. Teste de envelhecimento acelerado.....	14
3.4. Teste de envelhecimento acelerado em solução salina saturada.....	14
3.5. Teste de deterioração controlada.....	14
3.6. Emergência de plântulas em campo.....	15
3.7. Procedimento estatístico.....	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
4.1. Envelhecimento acelerado.....	17
4.2. Envelhecimento acelerado em solução salina saturada.....	19
4.3. Deterioração controlada.....	22
4.4. Emergência de plântulas em campo.....	27
4.5. Teste de correlação.....	28
5. CONCLUSÃO.....	29
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30
ABSTRACT.....	42

RESUMO

Na implantação de uma cultura, a utilização de sementes com elevado potencial fisiológico é fundamental para o estabelecimento da mesma, pois representa um dos principais fatores que proporcionará à espécie a possibilidade de expressar seu máximo potencial produtivo. O uso de testes de vigor adequados torna-se imprescindível na avaliação do potencial fisiológico dos lotes produzidos e comercializados por uma empresa. Assim, o trabalho teve por objetivo estudar os testes de envelhecimento acelerado e de deterioração controlada como métodos para avaliar o vigor de sementes de beterraba (*Beta vulgaris* L.), correlacionando seus resultados com os do teste de emergência de plântulas em campo. Foram utilizados sete lotes de sementes hermeticamente embaladas da cultivar “Top Tall Early Wonder”, adquiridos no comércio e previamente lavados em água corrente. Após a pré-lavagem, os lotes foram submetidos aos testes de envelhecimento acelerado tradicional e em solução salina saturada, na temperatura de 42°C e nos períodos de 0, 24, 48 e 72 horas, e de deterioração controlada usando-se duas temperaturas (41 e 45°C), três teores de água (22, 24 e 26%) e três períodos de envelhecimento (12, 24 e 36 horas), e à emergência de plântulas em campo. O teor de água das sementes foi determinado antes e após os testes de envelhecimento acelerado e de deterioração controlada. Foram feitas ainda análises de correlação simples entre os dados dos testes de laboratório e os de

emergência em campo. Verificou-se que o melhor período para a condução do teste de envelhecimento acelerado foi de 72 horas; o teste de envelhecimento acelerado em solução salina saturada foi eficiente no controle de absorção de água pelas sementes e pode ser usado para identificar lotes quanto ao nível de vigor no período de 24 horas; o teste de deterioração controlada deve ser conduzido usando-se a combinação 45°C, 22% e 24 horas para temperatura, teor de água e período, respectivamente; o teste de emergência a campo permitiu a separação dos lotes em níveis distintos de vigor; os resultados dos testes de envelhecimento acelerado e de deterioração controlada foram os que melhor se correlacionaram com os do teste de emergência a campo. O vigor de sementes de beterraba pode, portanto, ser avaliado eficientemente por intermédio dos testes de envelhecimento acelerado tradicional, envelhecimento acelerado em solução salina saturada e deterioração controlada.

1. INTRODUÇÃO

A cultura da beterraba utiliza grande quantidade de sementes na sua implantação. Devido à ausência de clima adequado para a produção de sementes no Brasil, os produtores precisam importá-las, reduzindo a lucratividade devido ao alto custo das sementes. A utilização de sementes de elevado potencial fisiológico torna-se então fundamental, a fim de que sejam evitados equívocos na semeadura.

Um grande desafio para as instituições de pesquisa e empresas produtoras de sementes tem sido a avaliação do potencial fisiológico das mesmas. Resultados promissores na obtenção de estandes adequados e na sanidade da cultura apenas são possíveis se os lotes utilizados na semeadura apresentarem elevado potencial fisiológico (germinação e vigor) e alta qualidade sanitária.

A avaliação do potencial fisiológico de sementes deve receber especial atenção porque somente após a realização dos testes, em especial os de vigor, é que será possível inferir sobre o possível desempenho de um determinado lote de sementes durante o período de armazenamento e/ou estabelecimento em campo.

O conhecimento do potencial fisiológico das sementes é fundamental. Os testes devem produzir resultados confiáveis e reproduzíveis, com o intuito de que possam ser agilizadas as tomadas de decisões referentes a diferentes etapas da produção.

O potencial fisiológico é rotineiramente avaliado pelo teste padrão de germinação, cujos resultados freqüentemente não correspondem com o desempenho apresentado pelos lotes de sementes quando em condições de campo, pois no período compreendido entre a semeadura, germinação e emergência das plântulas, as sementes poderão ficar sujeitas a condições ambientais adversas ou aquém do padrão de umidade do solo considerado como adequado. Isso poderá resultar em desempenho inadequado do lote em condições de campo, produzindo mudas desuniformes ou mesmo população de plantas inadequada à expressão da máxima produção da cultura, dependendo da espécie em questão.

Atualmente não existe ainda um teste padronizado para avaliar o vigor de sementes independente da espécie. Na verdade, ainda é pequeno o número de espécies que tem teste de vigor recomendado ou sugerido, particularmente para sementes de hortaliças. Recomenda-se que o vigor de sementes seja avaliado usando-se dois ou mais procedimentos diferentes, uma vez que se torna difícil para um único teste de vigor proceder a uma avaliação segura do potencial de desempenho de um lote sob condições de campo.

Devido à crescente importância econômica das espécies olerícolas, o desenvolvimento e aprimoramento dos testes de vigor devem ocorrer o mais rápido possível, a fim de que sejam observadas mudanças na qualidade das sementes ao longo de toda a cadeia produtiva (McDONALD, 1998).

O presente estudo foi desenvolvido com os objetivos de estudar: (1) o melhor período de exposição das sementes para a realização do teste de envelhecimento acelerado; (2) a melhor combinação de temperatura, período de exposição e teor de água nas sementes para a realização do teste de deterioração controlada; (3) comparativamente o uso dos testes de envelhecimento acelerado, envelhecimento acelerado em solução salina saturada e deterioração controlada, na avaliação do vigor de sementes beterraba; e (4) a relação dos resultados destes testes obtidos em laboratório com a emergência das plântulas em campo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Potencial fisiológico das sementes

Um dos principais riscos na produção de qualquer cultura é a obtenção de estande inadequado por ocasião de sua implantação, o que, na maioria dos casos, resulta em baixa produtividade. Isto elevará os custos de produção e reduzirá o lucro, devido à necessidade de ressemeadura ou a opção por outra cultura (BRACCINI et al., 1999). Logo, a elevada qualidade das sementes irá refletir diretamente no resultado final da cultura, proporcionando uniformidade de população, alto vigor das plantas, ausência de doenças transmitidas via semente e, por conseguinte, maior produtividade (BITTENCOURT, 1995).

A qualidade das sementes exerce profunda influência sobre os resultados econômicos de culturas agrícolas de todas as espécies (FINCH-SAVAGE, 1994). Assim, o objetivo básico de todo sistema produtor de sementes moderno e organizado, é obter material de elevada qualidade genética, física, fisiológica e sanitária. Obtendo e comercializando sementes com estas características, os agricultores estarão recebendo material de propagação com as características superiores dos cultivares desenvolvidos pela pesquisa (SPINOLA et al., 2000). Destes fatores, o potencial fisiológico, definido como a capacidade da semente para desempenhar funções vitais, manifestada pela

longevidade, germinação e vigor, é aquele diretamente responsável pelo desempenho das sementes no armazenamento e em campo (ROSSETO e MARCOS FILHO, 1995; RODO et al., 2000).

Em sementes de hortaliças a qualidade é particularmente importante porque geralmente são efetuados pesados investimentos tanto na implantação, devido ao elevado custo das sementes, quanto durante todo o processo produtivo (BITTENCOURT, 1991), e o sucesso na produção de culturas olerícolas só poderá ser obtido quando atingir o estabelecimento máximo do estande, que se inadequado, leva quase sempre a uma redução na quantidade e variações na qualidade do produto final (GRASSBAUGH e BENNETT, 1998).

Em sementes de beterraba, o baixo percentual germinativo pode ser devido ainda à presença de inibidores de germinação presentes no pericarpo, estrutura que envolve a semente verdadeira (KLEIN e PEREIRA, 1986; SANTOS e PEREIRA, 1989; SLIWINSKA et al., 1999). As principais substâncias encontradas em sementes de beterraba e que provavelmente exercem inibição sobre a germinação são os ácidos abscísico, oxálico, vanílico, sinápico, ferúlico, *p*-oxibenzóico, *p*-oxinamico, *p*-cumárico e *p*-hidroxibenzóico (denominados compostos fenólicos), amônia, sais inorgânicos e *cis*-4-ciclohexano-1,2-dicarboximida (LEXANDER, 1978). Desta forma, a lavagem das sementes em água corrente constitui-se num importante meio para a eliminação ou redução dos níveis desses inibidores.

O potencial fisiológico 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 padrão. 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).

Numa importante revisão sobre a relação entre vigor da semente e a produção da cultura, TeKrony e Egli (1991) relataram que o vigor afetou o crescimento vegetativo e freqüentemente esteve relacionado ao rendimento de culturas que foram colhidas durante o crescimento vegetativo ou no início do crescimento reprodutivo. Tal relação, no entanto, não foi verificada em culturas colhidas em completa maturidade reprodutiva, porque o rendimento da semente neste estágio não esteve fortemente associado ao crescimento vegetativo. Os autores concluíram que a utilização de sementes altamente vigorosas pode ser justificada para todas as culturas, com o intuito de assegurar-se uma densidade populacional das plantas adequada, quando submetidas à ampla faixa de condições de campo que ocorrem durante a emergência.

O potencial fisiológico de sementes para fins de semeadura e comercialização tem sido avaliado predominantemente pelo teste padrão de germinação que, por ser realizado em condições controladas de laboratório, proporciona o máximo percentual de germinação (MARCOS FILHO et al., 1999). Entretanto, em campo as sementes quase sempre são expostas a condições ambientais inadequadas ao processo germinativo (PERRY, 1981), fazendo com que a porcentagem de plântulas emergidas no campo seja, não raramente, inferior à obtida com o teste padrão de germinação (HAMPTON e TEKRONY, 1995).

Com o crescente avanço tecnológico verificado na agricultura nas últimas décadas, outros parâmetros do potencial fisiológico da semente passaram a ser estudados. O teste de vigor, capaz de avaliar o grau de deterioração das sementes, tornou-se então um componente de vital importância na avaliação da qualidade fisiológica, contribuindo na solução de problemas enfrentados pelas empresas produtoras deste importante órgão de propagação (SPINOLA et al., 2000). Seu uso traz benefícios a todos os segmentos da produção de sementes, quer sejam de grandes culturas ou hortaliças (MARCOS FILHO, 1999b).

2.2. Testes de Vigor

O uso de procedimentos para avaliar o vigor de sementes tem como objetivo básico identificar possíveis diferenças no potencial fisiológico de lotes que apresentam poder germinativo semelhante e dentro de padrões comercializáveis, ou seja, eles devem permitir distinguir com eficiência os lotes que apresentem menor ou maior probabilidade de bom desempenho em campo ou após o período de armazenamento (VIEIRA et al., 1994; HAMPTON e TEKRONY, 1995; MARCOS FILHO, 1999b). Assim, para ser adotado, tanto por pesquisadores quanto produtores de sementes, um teste deve ser confiável, quantificável, rápido, simples, economicamente viável e apresentar boa correlação com as condições do campo (AOSA, 1983; MARCOS FILHO, 1999b).

A pesquisa tem dedicado-se ao aprimoramento e desenvolvimento de testes ou procedimentos que, além de adequados, sejam rápidos para agilizarem as tomadas de decisões, aumentando assim a eficiência das atividades envolvidas no controle de qualidade do sistema, com o objetivo de produzir e manter sementes de elevado padrão de qualidade (BITTENCOURT, 1995). Dentro deste contexto, diversos testes de vigor têm sido usados com o intuito de comparar o desempenho de lotes de sementes sob condições de laboratório com aquele no campo. Os resultados destes testes têm trazido benefícios a todos os segmentos da produção de sementes (TORRES, 1998; RODO et al., 2000).

a) Envelhecimento Acelerado

Um dos testes mais convenientes e aplicados para a determinação do vigor em sementes é o de envelhecimento acelerado, sendo a padronização da metodologia de execução e a reprodutibilidade de resultados duas grandes vantagens de seu uso (AOSA, 1983; TOMES et al., 1988; HAMPTON e TEKRONY, 1995).

Seu princípio baseia-se no fato de que sementes de maior vigor são mais tolerantes a condições adversas de umidade relativa e temperatura, apresentando maiores valores de germinação que as menos vigorosas (DELOUCHE e BASKIN, 1973; MARCOS FILHO, 1999b).

Outra vantagem deste teste é que, além de predizer eficientemente o potencial de armazenamento dos lotes de sementes, tem apresentado boa correlação com o teste de emergência de plântulas em campo de diversas espécies cultivadas, entre elas as olerícolas cenoura (SPINOLA et al., 1998), cebola (IDIARTE, 1995) e tomate (RODO et al., 1998).

O período de exposição das sementes ao estresse do envelhecimento acelerado ainda não se encontra totalmente determinado para todas as espécies, embora tem sido mais intensamente estudado para grandes culturas. Condições muito drásticas podem dificultar ou impedir a detecção de diferenças significativas de qualidade entre os lotes, fazendo-se necessário estudos para identificar o tempo adequado de condução do teste (SPINOLA et al., 1998; MARCOS FILHO, 1999b).

São comuns na literatura pesquisas em que a eficiência do teste é avaliada mediante diferenças de sensibilidade de amostras ao envelhecimento. Após tentativas do uso de diversos períodos, surgem recomendações de um determinado período baseado no fato de que este foi eficiente na identificação de diferentes níveis de vigor entre as amostras, não obstante poder causar níveis de estresse muito mais drásticos que os encontrados pelas sementes durante o transporte, armazenamento ou no campo (MARCOS FILHO, 1999a).

Diversas pesquisas conduzidas com objetivo de determinar o melhor tempo de condução do teste de envelhecimento acelerado em sementes de olerícolas têm encontrado resultados promissores, como nos trabalhos de Silva et al. (1998), que utilizaram os períodos de 24, 48, 72 e 96 horas e temperatura de 41°C para determinar o tempo requerido para o teste em sementes de maxixe. O tempo de 48 horas foi o que melhor permitiu a identificação dos lotes com diferentes níveis de vigor. Com sementes da mesma espécie e sob as mesmas condições Torres et al. (1999) obtiveram resultados semelhantes.

Para sementes de brócolos o melhor resultado ocorreu na combinação 45°C por 48 horas (TEBALDI et al., 1999). Por outro lado, foi indicada a combinação de 41°C e 48 horas para ervilha (CALIARI e MARCOS FILHO, 1990) e tomate (RODO et al., 1998).

Há também resultados divergentes quanto ao período ideal de condução do teste de envelhecimento acelerado em sementes de uma mesma espécie, como 24 (MENEZES, 1993) e 48 horas (SPINOLA et al., 1998) a 42°C para cenoura. Em sementes de cebola foram encontrados bons resultados no período de 48 horas a 41 (TORRES, 1998) e 42°C, (PIANA et al., 1995; SAMPAIO et al., 1998), ao passo que Delouche e Baskin (1973) sugerem o período de 120 horas a 40°C como a melhor combinação para sementes de cebola.

O teste de envelhecimento acelerado necessita maiores estudos para que possa ser padronizado, em especial no aperfeiçoamento de equipamentos que mantenham precisamente a temperatura, com o objetivo de se evitar a condensação de água no interior da caixa plástica de germinação e conseqüente contaminação das sementes por fungos (DIAS e BARROS, 1992). Entretanto, vários estudos (MARCOS FILHO et al., 1978; TOMES et al., 1998) têm sido conduzidos com vistas ao aperfeiçoamento do teste, o que já permitiu que o mesmo fosse sugerido como teste de vigor para sementes de soja (AOSA, 1993; HAMPTON e TEKRONY, 1995).

b) Envelhecimento Acelerado em Solução Salina Saturada

Para espécies de sementes pequenas, como é o caso das hortaliças, o teste de envelhecimento acelerado tem revelado resultados pouco consistentes, uma vez que as sementes destas espécies absorvem água mais rapidamente, resultando num grau de deterioração mais acentuado e redução mais drástica da germinação após a exposição às condições impostas pelo teste (POWELL e MATTHEWS, 1994; POWELL, 1995; PANOBIANCO e MARCOS FILHO, 1998; RODO et al., 1998; SPINOLA et al., 1998). Em função destes aspectos, foi proposta nova metodologia de condução deste teste, onde os 40 mL de água deionizada utilizada no interior da caixa plástica de germinação são substituídos por igual volume de solução saturada de algum tipo de sal. Desta forma, as moléculas do sal adsorvem-se às da água, dificultando sua transposição para o ambiente da câmara. Com isso, a taxa de evaporação no interior dessas caixas é menor, o que significa menor umidade relativa do ar e conseqüentemente menor valor

de equilíbrio higroscópico das sementes, culminando com menor intensidade de deterioração (JIANHUA e McDONALD, 1996).

Além da possibilidade de manipulação da umidade relativa do ar e redução da velocidade de deterioração das sementes, o teste pode ser conduzido utilizando-se de metodologia e equipamentos idênticos aos recomendados para sementes de grandes culturas (exceto a substituição de água por uma solução saturada de baixo custo) (JIANHUA e McDONALD, 1996).

A eficiência do teste de envelhecimento acelerado com uso de soluções saturadas na separação de lotes em níveis distintos de vigor foi também verificada em sementes de pimentão (PANOBIANCO e MARCOS FILHO, 1998; RODO et al., 2000), milho-doce (BENNETT et al., 1998) e tomate (PANOBIANCO e MARCOS FILHO, 2001). Nestas pesquisas este teste mostrou grande eficiência no controle da umidade disponível para as sementes.

Nos trabalhos de Bennett et al. (2002), sementes de diferentes genótipos de milho doce foram colocadas para envelhecer usando-se o método tradicional e em solução salina a 41, 43 e 45°C. Em todos os genótipos e temperaturas o teste de envelhecimento acelerado em solução salina mostrou-se confiável para a avaliação do potencial fisiológico desta espécie. A umidade em todos os tratamentos com solução salina foi menor em relação ao tradicional, principalmente a 45°C.

c) Deterioração Controlada

Durante a condução do teste de envelhecimento acelerado tradicional, tem-se observado diferentes taxas de ganho de umidade entre espécies e entre lotes de uma mesma espécie, resultando em diferentes graus de deterioração dentro de um mesmo período (MARCOS FILHO et al., 1978; MATTHEWS, 1980; POWELL, 1995; ROSSETO e MARCOS FILHO, 1995). É conveniente comparar sementes que apresentem o mesmo teor de água antes do envelhecimento, evitando assim diferenças na intensidade de deterioração, pois sementes mais úmidas são geralmente mais

sensíveis às condições do teste. Em sementes com teores de água mais baixos os efeitos do envelhecimento são atenuados (MARCOS FILHO, 1999a).

Para contornar este problema, foi proposto que o conteúdo inicial de água das sementes seja igualado em todos os lotes, sendo este procedimento usado no teste de deterioração controlada (TAO, 1979; BRUGGINK, 1989; KRZYZANOWSKI e VIEIRA, 1999). Desta forma, trabalhando com teor de água constante e pré-determinado, torna-se possível uma comparação do nível de deterioração de vários lotes, bem como classificá-los quanto ao vigor (ROBERTS, 1973).

O teste de deterioração controlada tem sido usado na avaliação do vigor de sementes, particularmente de espécies olerícolas (HAMPTON e TEKRONY, 1995; KRZYZANOWSKI e VIEIRA, 1999). O princípio deste teste varia em relação ao envelhecimento acelerado pelo fato de que o teor de água é constante durante o período de deterioração (MATTHEWS, 1980; POWELL, 1995; HAMPTON e TEKRONY, 1995; KRZYZANOWSKI e VIEIRA, 1999).

Por permitir a manutenção do teor de água das sementes uniforme, o teste de deterioração controlada vem mostrando-se mais apropriado para espécies de sementes pequenas (MATTHEWS, 1980), permitindo detectar diferenças no vigor entre lotes de sementes de colza, nabo, alho, alface, couve (LARSEN et al., 1998; POWELL et al., 1984; POWELL e MATTHEWS, 1981), couve-flor (POWELL e MATTHEWS, 1984b, 1994; MATTHEWS, 1998), ervilha (POWELL et al., 1997), cebola (POWELL e MATTHEWS, 1984a) e cenoura (RODO et al., 2000). Além de avaliar o potencial de armazenamento dos lotes, muitos trabalhos mostram ainda correlação do teste de deterioração controlada com o de emergência de plântulas em campo (POWELL e MATTHEWS, 1981; MATTHEWS, 1998).

No entanto, tem sido difícil sugerir o período de deterioração, a temperatura e o teor de água das sementes que sejam convenientes para a avaliação de uma diversidade de espécies, pois diferentes espécies podem variar em suas respostas aos tratamentos de deterioração. A investigação da temperatura, teor de água e a duração da deterioração foi usada para avaliar diferentes lotes de sementes de pimenta (OSMAN e GEORGE, 1988). Esses autores concluíram que a melhor combinação para

a separação de lotes de sementes de pimenta-doce em níveis de vigor foi com teor de água de 24% e período de 120 horas a 45°C. A mesma temperatura e teor de água permitiu a separação de lotes de sementes de pepino e tomate, nos períodos de 42 e 72 horas, respectivamente (ALSADON et al., 1995).

d) Emergência de Plântulas em Campo

À medida que as condições ambientais vão distanciando-se da ideal, há a diminuição da capacidade dos testes de laboratório de estimar o potencial de emergência das plântulas em campo. Assim, a relação entre os resultados dos testes de laboratório e a emergência de plântulas em campo depende diretamente das condições de ambiente e dos procedimentos adotados para a semeadura (MARCOS FILHO, 1999a).

A capacidade de germinação e o vigor de um lote de sementes são indiretamente relacionados ao desempenho no campo. Sabe-se que sementes de baixo vigor limitam a habilidade de uma planta em expressar todo seu potencial genético para a máxima produção, pois uma vez no campo, as sementes estão sujeitas a inúmeras adversidades, como o ataque de insetos e microorganismos, deficiência hídrica ou excesso de água e obstrução mecânica imposta por compactação da camada de solo que as cobre, o que certamente resultará em redução do estande e conseqüentemente da produção da cultura (PERRY, 1981; TEKRONY e EGLI, 1991).

O inconveniente que os testes de campo apresentam é a dificuldade de padronização, uma vez que as condições edafoclimáticas variam em diferentes regiões. Entretanto, como um dos objetivos dos testes de vigor é verificar o potencial de emergência de plântulas no campo, em condições favoráveis ou não, é recomendável sua utilização nas análises de vigor. Preferencialmente devem ser conduzidos na época indicada para a semeadura da cultura em estudo, fornecendo bons indicativos do potencial dos lotes em sua fase inicial no campo (NAKAGAWA, 1994).

2.3. Teste de Correlação

Uma vez que a adoção de um único teste para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes pode produzir informações incompletas, é recomendada a combinação de resultados de testes de laboratório com os de campo com intenção de contornar a variabilidade que se verifica quando do uso de testes individuais (EGLI e TEKRONY, 1995), e essa tem sido a tendência predominante, pois o teste mais indicado na avaliação do potencial de emergência em campo nem sempre é o mais adequado para detectar diferenças entre o potencial de armazenamento dos lotes de sementes (MARCOS FILHO, 1999a).

A análise dos resultados de 26 trabalhos com sementes de soja conduzidos ao longo de dez anos permitiram relacionar os testes padrão de germinação, de envelhecimento acelerado e de frio com a emergência de plântulas em campo (EGLI e TEKRONY, 1995). Os autores verificaram que em condições de campo abaixo do ideal, os testes de envelhecimento acelerado e de frio superaram o de germinação na estimativa da emergência em campo.

Embora Marcos Filho et al. (1984) tenham afirmado que o uso exclusivo de correlações para a avaliação da eficiência comparativa dos testes de vigor possa levar à obtenção de informações imprecisas, trabalhos com diferentes culturas tem mostrado ser a correlação um bom procedimento para comparar os resultados dos testes de laboratório com os de campo usando-se diferentes espécies como feijão, soja e milho (RIBEIRO, 1999), ervilha (MATTHEWS e POWELL, 1981), pimentão (TORRES e MINAMI, 2000) e brócoli (SADER et al., 2001).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no Laboratório Análise de Sementes do Departamento de Produção Vegetal da UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP.

Sementes de beterraba cultivar “Top Tall Early Wonder” provenientes de sete lotes adquiridos no comércio e embalados hermeticamente até o início dos testes foram submetidos à lavagem em água corrente por duas horas e postos a secar a temperatura ambiente (25°C) (BRASIL, 1992). Antes da secagem as sementes foram tratadas quimicamente com thiram (0,2%), conforme informações contidas na embalagem.

Uma vez atingido o teor de água próximo ao inicial (8,5%), procedeu-se à realização dos testes de germinação, vigor (envelhecimento acelerado, envelhecimento acelerado em solução salina saturada e deterioração controlada) e emergência de plântulas em campo. Além destes testes, determinou-se o teor de água das sementes antes e após os testes de envelhecimento acelerado e deterioração controlada.

3.1. Teor de água das sementes

Determinado pelo método da estufa ($130 \pm 3^\circ\text{C}$ durante uma hora), com duas repetições de aproximadamente 4,2 g de sementes para cada lote (BRASIL, 1992).

3.2. Teste padrão de germinação

Foi realizado com quatro subamostras de 50 sementes de cada lote, colocadas em caixas plásticas de germinação (11,0 x 11,0 x 3,0 cm) sobre uma folha de papel de filtro umedecido com água deionizada na proporção de três vezes o peso do papel seco. Após a montagem do teste as caixas foram colocadas em câmara de germinação (BOD) regulada à temperatura constante de 20°C, com contagem de plântulas normais do quarto ao 14º dia (BRASIL, 1992; ISTA, 1999).

3.3. Teste de envelhecimento acelerado (EA)

Aproximadamente 13,6 g de sementes de cada lote, dispostas em camada única, foram acondicionadas sobre tela de aço inox, no interior de caixas plásticas de germinação e, após a adição de 40 mL de água deionizada no fundo destas caixas, foram tampadas e colocadas em câmara de envelhecimento (tipo “jaquetada de água”), regulada à temperatura de 42°C por 0, 24, 48 e 72 horas. Decorrido este tempo, quatro subamostras de 50 sementes de cada lote foram colocadas para germinar (HAMPTON e TEKRONY, 1995; MARCOS FILHO, 1999b), conforme descrito no item 3.2.

3.4. Teste de envelhecimento acelerado em solução salina (EASS)

Foram usados os mesmos procedimentos do teste de envelhecimento acelerado descrito anteriormente, exceto que se substituiu os 40 mL de água deionizada por igual volume de solução saturada de NaCl (40 g do sal em 100 mL de água) (JIANHUA e McDONALD, 1996).

3.5. Teste de deterioração controlada (DC)

Amostras de sementes de cada lote foram postas a embeber entre seis folhas de papel toalha umedecidas com volume de água três vezes o peso do papel seco

(ROSSETO et al., 1995). Os rolos foram mantidos em BOD a 20°C até que as sementes atingissem os teores de água de 22, 24 e 26%, conferidos através de pesagens freqüentes. Em seguida, amostras com aproximadamente 12 g de sementes foram acondicionadas hermeticamente em sacos plásticos aluminizados e mantidas em câmara fria por 48 horas à temperatura de 10°C, para atingirem o equilíbrio higroscópico. Decorrido este período foram levadas ao banho maria, às temperaturas de 41 e 45°C, por períodos de 12, 24 e 36 horas. Na seqüência as amostras foram retiradas do banho maria e mergulhadas em água fria por aproximadamente 30 minutos para redução da temperatura, sendo então instalado o teste padrão de germinação (MATTHEWS e POWELL, 1981; HAMPTON e TEKRONY, 1995; KRZYZANOWSKI e VIEIRA, 1999), conforme descrito no item 3.2.

3.6. Teste de emergência de plântulas em campo (EC)

Realizado com quatro subamostras de 25 sementes por lote, semeadas em sulcos com comprimento de dois metros, espaçados de 50 cm e à profundidade de 2 a 3 cm. A contagem das plântulas emergidas ocorreu diariamente a partir do início da emergência até o 14º dia. Devido a necessidade da cultura em temperaturas amenas para seu melhor desenvolvimento, o teste de emergência em campo foi realizado no mês de julho, época recomendada para esta cultura (MAKISHIMA, 1993).

3.7. Procedimento estatístico

Na avaliação estatística das características estudadas no teste de deterioração controlada, cada combinação teor de água x temperatura foi analisada separadamente. No teste de deterioração controlada e no de emergência de plântulas em campo usou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições. As médias foram comparadas usando-se o teste de Tukey, ao nível de 1% de probabilidade (BANZATO e KRONKA, 1995). Os testes para verificar qual o melhor período de lavagem das sementes, o de envelhecimento acelerado tradicional e em solução salina

saturada foram analisados com o uso de regressão e os resultados das equações apresentados em forma de figura. Análises de correlação simples foram estabelecidas entre os resultados dos testes realizados em laboratório e o de emergência de plântulas em campo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Envelhecimento Acelerado

A Figura 1 apresenta o teor de água das sementes nos diferentes períodos de envelhecimento. No início (período zero) a umidade em todos os lotes era praticamente a mesma. Este resultado está em conformidade com a recomendação de Marcos Filho (1999b) de que se deve comparar amostras que apresentem teor de água semelhante antes da realização deste teste, embora diferenças de 1 a 2 pontos percentuais não sejam comprometedoras, pois diferenças muito grandes no teor de água das sementes das diversas amostras ou lotes levarão a variações acentuadas na velocidade de umedecimento durante o envelhecimento, com conseqüente diferença na intensidade de deterioração. Em geral, as sementes com maior teor de água apresentam maior sensibilidade às condições do teste. Portanto, como os efeitos do EA são acentuados em sementes com maior teor de água, é aconselhável sua uniformização antes do início do teste. Um dos principais indicadores da uniformidade das condições deste teste é o teor de água que as sementes atingem após o envelhecimento; o teste deverá ser refeito se as variações entre as amostras superarem 3 a 4 pontos percentuais (MARCOS FILHO, 1999b).

As sementes absorveram água muito intensamente nas primeiras 24 horas na câmara de envelhecimento. Entre 24 e 48 horas houve uma tendência de estabilização no teor de água nas sementes, que voltou a aumentar, embora muito discretamente, em 72 horas. Variação semelhante no teor de água após o EA foi verificada por Ribeiro (2000) em sementes de alface, brócolos e cenoura, cuja umidade inicial era de 5,9, 10,5 e 7,2% respectivamente, alcançando valores de 31,9, 32,7 e 39,3% após 24 horas.

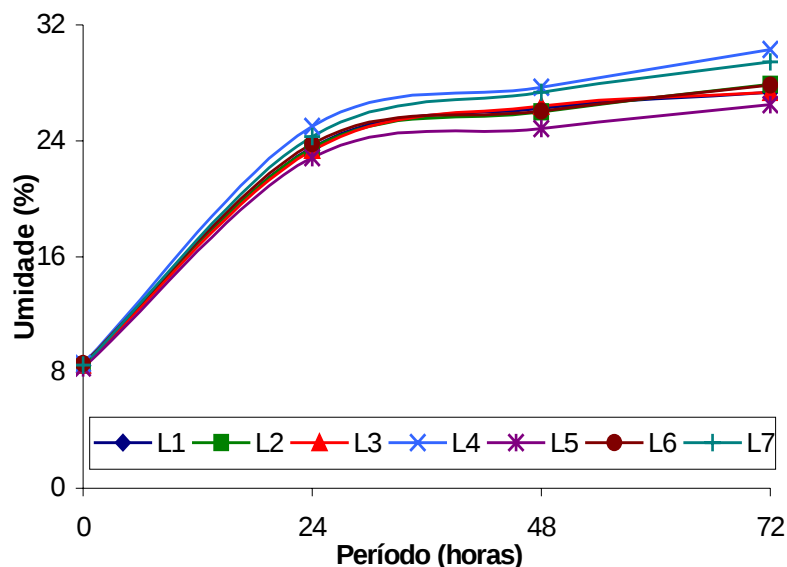


Figura 1. Variação no teor de água de sementes de beterraba submetidas ao teste de envelhecimento acelerado a 42°C com diferentes períodos de exposição.

A Figura 2 mostra os resultados de germinação após o envelhecimento acelerado. Houve certa estabilização no percentual germinativo dos lotes entre 24 e 48 horas voltando a decrescer quando a exposição aumentou para 72 horas. Neste último período (72 horas) verificou-se uma tendência de os lotes diferenciarem-se em níveis distintos de vigor.

Resultado semelhante quanto ao melhor período para o teste de EA foi encontrado por Silva et al. (2002a) com sementes de beterraba da mesma cultivar oriundas de três lotes e envelhecidas a 42°C durante 24, 48 e 72 horas. Este último período foi o que melhor permitiu a separação dos três lotes em vigor. Delouche e Baskin (1973) também recomendaram o período de 72 horas com temperatura de 42°C

e umidade relativa de 100% para determinação do potencial fisiológico de sementes de beterraba.

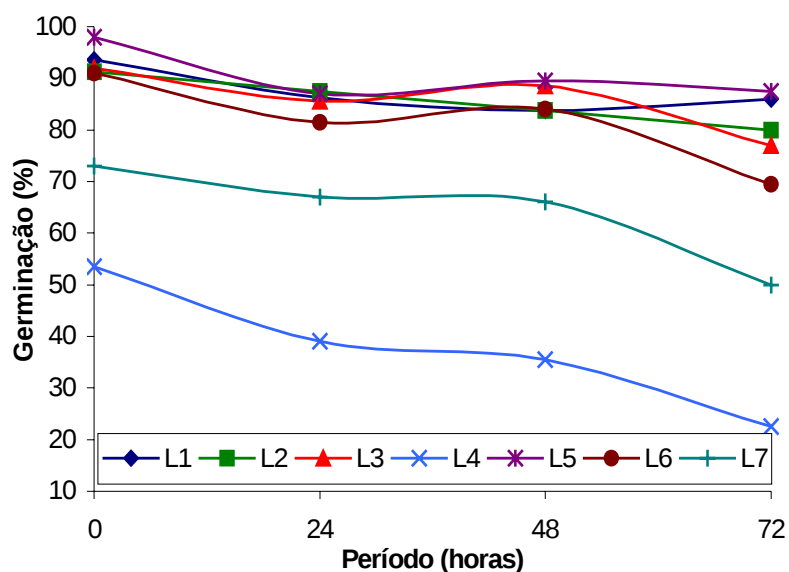


Figura 2. Desempenho germinativo de sementes de beterraba submetidas ao teste de envelhecimento acelerado a 42°C por 0, 24, 48 e 72 horas de exposição.

A busca por um período mais adequado para a realização do teste de envelhecimento acelerado tem sido alvo de pesquisas com sementes de diversas olerícolas. O período de 72 horas permitiu a separação em níveis distintos de vigor entre lotes de sementes de culturas como tomate (NASCIMENTO et al., 1993), alface e cebola (CORASPE et al., 1993) a 42°C, cebola (RODO, 2002), melão (TORRES, 2002), cenoura (TRIGO e TRIGO, 1995), pimentão (TORRES, 1996; TORRES e MINAMI, 2000) e brócolos (MARTINS et al., 2001) a 41°C, e melão (MUNIZ et al., 2002a,b), alface, trevo-carmesim e trevo-vermelho (DELOUCHE e BASKIN, 1973) a 40°C.

4.2. Envelhecimento Acelerado em Solução Salina Saturada (EASS)

O teor de água das sementes submetidas ao teste de EASS era aproximadamente 8,5% em média para todos os lotes antes do início do teste e após 24 horas de exposição os valores subiram para 12,0%, estabilizando-se nos períodos seguintes (48 e 72 horas) (Figura 3).

O principal objetivo do uso de soluções salinas no teste de EA é reduzir a umidade relativa do ar disponível na mini-câmara (caixa plástica de germinação) durante o tempo de condução do teste, restringindo o desenvolvimento de microorganismos (JIANHUA E McDONALD, 1996). Comparando a variação no teor de água das sementes submetidas a este teste com o de EA, cuja umidade foi dos mesmos 8,5% inicialmente para 23,7% decorridas as 24 horas (um aumento de 15,2 pontos percentuais em relação ao mesmo período), vê-se que o resultado do presente trabalho está em conformidade com a proposição do teste de EASS, ou seja, a menor umidade encontrada nas sementes é consequência da baixa umidade relativa do ar no ambiente de envelhecimento (caixa plástica). Isto é importante para regular a velocidade de absorção de água e reduzir consequentemente o grau de deterioração.

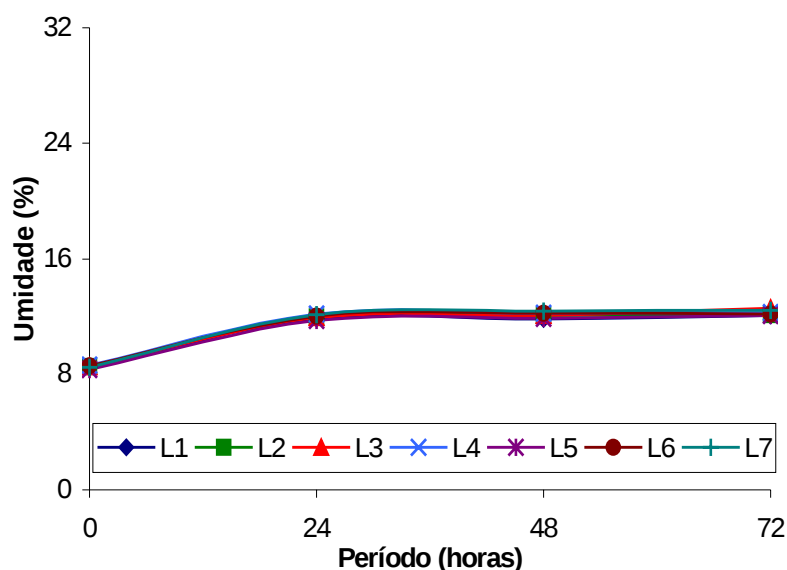


Figura 3. Variação no teor de água de sementes de beterraba submetidas ao teste de envelhecimento acelerado em solução salina saturada a 42°C com diferentes períodos de exposição.

A influência da umidade relativa do ar no teor de água das sementes de pepino, alface, milho, alho, ervilha e melancia, usando-se diversas soluções saturadas, entre elas o NaCl, foi estudada por Fang e Moore (1998). Os resultados mostraram que o aumento de umidade das sementes teve uma relação positiva com o aumento da umidade relativa do ar. O equilíbrio higroscópico foi portanto mantido.

A germinação das sementes após o EASS é mostrada na Figura 4. Os lotes com maior percentual germinativo nas avaliações anteriores (1, 2, 3, 5 e 6) comportaram-se de forma muito semelhante, ou seja, a germinação que no período zero estava entre 100 e 90% decresceu para valores entre 90 e 80%. Novamente o lote 5 mostrou-se mais vigoroso, contrastando com os lotes 4 e 7, cuja germinação manteve-se inferior.

O período de 24 horas permitiu uma separação mais nítida entre os lotes, embora a diferença em pontos percentuais não tenha superado aproximadamente 15%. Esse resultado foi corroborado por Silva et al. (2002b).

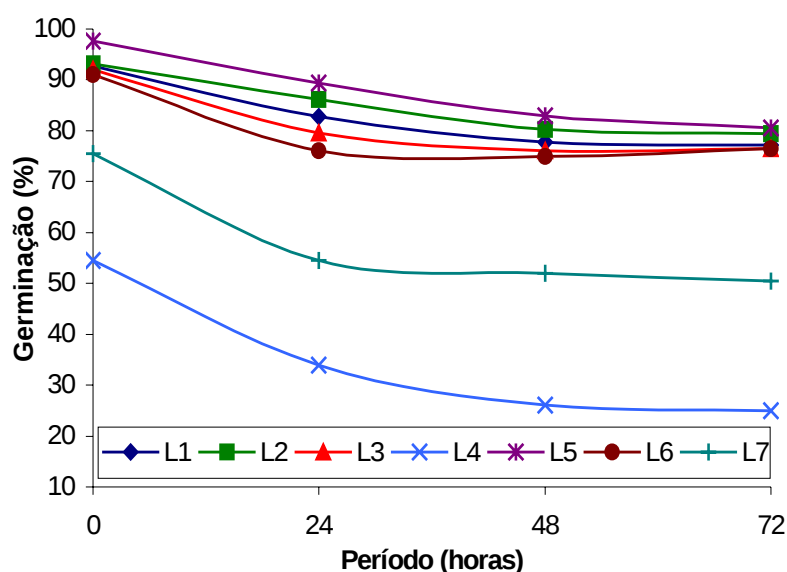


Figura 4. Desempenho germinativo de sementes de beterraba submetidas ao teste de envelhecimento acelerado em solução salina saturada a 42°C por 0, 24, 48 e 72 horas.

Analisando-se os dados das Figuras 2 (EA, 42°C durante 72 horas) e 4 (EASS, 42°C durante 72 horas) pode-se inferir que o teor de água das sementes não tem efeito tão significativo no envelhecimento quanto a temperatura, pois os lotes 4 e 7 após 72 horas nos dois testes apresentaram valores de germinação semelhantes. Isto contesta a idéia de que maior teor de água significa maior grau de deterioração, comparado ao menor teor de água.

O envelhecimento artificial de outras espécies de olerícolas em solução saturada de NaCl conduzido a 41°C permitiu o controle eficiente da umidade das sementes e também a classificação dos lotes em níveis de vigor, embora no período de 72 horas,

para sementes de cenoura (RODO et al., 2000) e melão (TORRES, 2002). Já em sementes de cebola submetidas à mesma temperatura (41°C), os períodos de 48 e 72 (RODO, 2002) mostraram bons resultados.

4.3. Deterioração Controlada

Os dados referentes ao teor de água das sementes antes da instalação do teste de deterioração controlada são mostrados na Tabela 1. Uma das vantagens da deterioração controlada sobre o envelhecimento acelerado é que as sementes são colocadas para envelhecer com o mesmo teor de água, a fim de que a deterioração seja uniforme entre as sementes. Para isso, são necessários cuidados especiais durante o processo de ajuste do teor de água das sementes, uma das etapas mais críticas do teste de deterioração controlada, pois diferenças entre os lotes quanto ao teor de água das sementes podem levar a taxas de deterioração desiguais. No trabalho de Marcos Filho et al. (1978) as sementes com maior teor de água mostraram maior sensibilidade às condições de altas umidade e temperatura, devido a elevação da atividade metabólica.

Tabela 1. Teor de água (%) das sementes após o ajuste do teor de água para os valores estabelecidos para o teste de deterioração controlada.

Lotes	22	24	26
1	22,0	24,1	25,9
2	22,1	23,9	26,1
3	21,9	24,1	26,1
4	22,1	23,9	26,0
5	21,9	24,0	25,9
6	22,1	24,1	25,9
7	22,0	24,0	26,0

O teor de água das sementes após os três períodos e duas temperaturas em banho maria manteve-se praticamente inalterado em relação ao início do teste, com

valores bem próximos aos estabelecidos (22, 24 e 26%), mostrando que a metodologia para sua condução foi eficiente na manutenção do teor de água das sementes no decorrer do teste (Tabela 2).

Tabela 2. Teor de água (%) das sementes de beterraba após o teste de deterioração controlada usando-se duas temperaturas, três teores de água e três períodos de deterioração.

Lote	41°C								
	22%			24%			26%		
	12h	24h	36h	12h	24h	36h	12h	24h	36h
1	21,6	21,5	21,5	23,6	23,5	23,8	26,1	26,4	26,3
2	21,6	21,7	21,5	23,5	23,5	26,0	25,6	25,7	25,6
3	21,7	21,5	21,6	23,9	23,5	24,0	25,8	26,2	25,8
4	21,6	21,7	21,8	23,5	23,6	23,6	25,5	25,6	25,8
5	21,7	21,6	21,5	23,7	23,9	24,0	25,7	25,9	25,8
6	21,6	21,9	21,6	23,6	23,5	23,5	25,5	25,7	25,7
7	22,3	22,4	22,2	23,6	23,7	23,5	25,8	25,8	25,8
Lote	45°C								
	22%			24%			26%		
	12h	24h	36h	12h	24h	36h	12h	24h	36h
1	21,9	21,9	21,7	23,5	23,9	23,6	25,7	25,7	25,8
2	21,6	21,7	21,8	23,7	23,6	23,5	25,5	26,0	25,7
3	21,7	21,7	21,8	23,5	23,5	23,7	25,8	25,8	25,9
4	21,9	22,0	22,0	23,5	23,6	23,5	25,5	25,5	25,5
5	21,5	21,6	21,7	23,7	23,8	23,7	25,7	26,0	25,6
6	22,1	22,0	22,0	23,6	23,6	23,6	25,6	25,8	25,6
7	22,4	22,5	22,3	23,8	23,5	23,6	25,7	25,6	25,8

Na Tabela 3 são apresentados os dados de germinação após a deterioração controlada, considerando-se os lotes 1, 2, 3, 5 e 6 como de qualidade superior (vigor médio e alto) e 4 e 7 de qualidade inferior (vigor baixo), conforme observado no envelhecimento acelerado (Figuras 2 e 4).

A redução na germinação média dos lotes de vigor médio e alto foi diretamente proporcional ao aumento do tempo de exposição e do conteúdo de água das sementes nas duas temperaturas estudadas, com redução mais drástica nos períodos de 24 e 36 horas com 26% de umidade e 45°C. A única exceção é para o lote 7 que, tal qual o lote 4, teve sempre um percentual germinativo inferior aos demais em todas as combinações, mas foi estatisticamente semelhante aos lotes 2, 3 e 5 na temperatura de 45°C e teor de água de 26% no período de 24 horas. Esse resultado é devido a uma possível dormência mais intensa que o lote possuía e que foi quebrada pelas condições deste tratamento, culminando com maior germinação. Já no período de 36 horas sob as mesmas condições de temperatura e teor de água este lote mostrou os menores valores, apesar de não ter diferido estatisticamente dos lotes 4 e 5. Mesmo tendo apresentado vigor maior em quase todas as outras combinações, o lote 5 mostrou alta sensibilidade nos períodos de 12 e 36 horas, teor de água de 26% e temperatura 45°C. Os resultados apresentados por esse lote nesse teor de água foram, portanto, inconsistentes.

Na temperatura de 41°C e teor de água de 22%, o período de 36 horas foi o que pareceu mais apto na distinção dos lotes em níveis de vigor. Com teor de água de 24% os três períodos influenciaram de forma semelhante a germinação, e com 26% o período de 12 horas foi o melhor. A 45°C e teor de água de 22%, 24 e 36 horas permitiram os melhores resultados, o mesmo ocorrendo com 24%. Com teor de água de 26% a melhor separação dos lotes ocorreu no período de 12 horas. A recomendação de Hampton e TeKrony (1995) para beterraba, embora seja a chamada beterraba-açucareira, é executar este teste em sementes com teor de água de 24% à temperatura de 45°C, por um período de 24 horas.

As combinações teor de água de 22% e período 24 e 36 horas, 24% e 36 horas e 26% durante 12 horas à temperatura de 45°C mostraram-se as mais indicadas para a condução do teste de deterioração controlada em sementes de beterraba.

Na temperatura mais elevada, o uso de maiores percentuais de umidade nas sementes parece ter provocado maior deterioração. O teor de água governa a ocorrência dos diferentes processos metabólicos que elas podem sofrer, ao passo que

a temperatura afeta a velocidade dos processos bioquímicos. Assim, a execução do teste de deterioração controlada em sementes de beterraba com maiores teores de água e temperaturas mais elevadas permite uma redução na duração do teste.

Tabela 3. Germinação (%) de sementes de beterraba submetidas ao teste de deterioração controlada, usando-se duas temperaturas, três teores de água e três períodos de deterioração.

Lote	41°C								
	22%			24%			26%		
	12h	24h	36h	12h	24h	36h	12h	24h	36h
1	89 a	90 a	93 a	85 b	80 ab	80 b	75 b	82 a	76 b
2	84 ab	88 a	85 ab	90 ab	77 b	84 ab	88 a	81 a	80 b
3	90 a	90 a	86 ab	82 bc	88 a	70 c	82 ab	86 a	74 b
4	38 c	46 c	34 d	31 d	44 d	26 d	36 d	36 c	33 c
5	91 a	90 a	84 b	95 a	86 a	90 a	88 a	80 a	88 a
6	92 a	86 a	78 bc	74 c	76 b	64 c	76 b	80 a	78 b
7	77 b	73 b	67 c	74 c	63 c	63 c	50 c	58 b	73 b
C.V.	5,3			5,6			5,2		

45°C									
1	87 b	87 a	86 a	88 a	77 abc	68 c	72 ab	44 cd	34 ab
2	83 b	85 ab	85 ab	82 a	76 abc	80 ab	77 a	56 ab	36 ab
3	88 ab	77 bc	77 bc	88 a	79 ab	80 a	75 a	62 a	29 abc
4	52 c	44 e	27 e	42 c	30 d	29 d	30 e	37 d	22 cd
5	96 a	92 a	84 ab	90 a	86 a	74 abc	63 c	64 a	28 bcd
6	80 b	74 cd	72 c	84 a	70 bc	68 bc	66 bc	50 bc	36 a
7	58 c	66 d	48 d	69 b	66 c	38 d	55 d	62 a	21 d
C.V.	5,4			7,8			7,5		

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade no Teste de Tukey.

A influência do teor de água nas sementes e a resposta destas à deterioração controlada em couve-flor foi relatada por Matthews (1998), utilizando a temperatura de

45°C e período de 24 horas. O menor percentual de germinação das sementes com teor de água de 20 e 24% foi respectivamente de 85 e 51%. Em sementes de nabo submetidas à mesma temperatura e período, a germinação média dos lotes de sementes com teor de água de 18 foi superior (88%) à dos que apresentavam 22% (59%) (POWELL e MATTHEWS, 1981).

Diversos pesquisadores, trabalhando com diferentes espécies de olerícolas sob condições semelhantes às do presente trabalho ou com algumas variações, têm chegado a resultados semelhantes aos encontrados nesta pesquisa, evidenciando a eficácia do teste de deterioração controlada na distinção dos lotes em níveis de vigor.

Por exemplo, Panobianco e Marcos Filho (2001) verificaram que a combinação teor de água de 24% a 45°C durante 24 horas foi eficiente na detecção de diferenças entre os lotes de sementes de tomate. As mesmas combinações permitiram melhores resultados para sementes de melão (TORRES, 2002), pimentão (PANOBIANCO e MARCOS FILHO, 1998), cebola (RODO, 2002) e trevo vermelho (não obstante o teor de água ter sido 18%) (WANG et al., 1994).

O teste de deterioração controlada tem mostrado em várias pesquisas sua eficiência na classificação de lotes de sementes de diversas culturas em níveis de vigor, embora tenham sido mantidas constantes suas variáveis (teor de água, temperatura e período). A temperatura de 45°C e o tempo de exposição de 24 horas permitiu o ranqueamento dos lotes de sementes de cebola, com teor de água de 19 (RODO, 2002) e 20% (POWELL e MATTHEWS, 1984b), alho com 19 e nabo e alface com 20% (POWELL et al., 1984), couve-de-bruxelas e couve-flor com 20% (POWELL e MATTHEWS, 1984a; POWELL e MATTHEWS, 1994), tomate (RODO et al., 1998) e melão (MUNIZ et al., 2002a,b) com 19%.

Pelos resultados de diversas pesquisas pode-se observar que a temperatura mais comum utilizada com sucesso para a separação de lotes de espécies olerícolas em diferentes níveis de vigor no teste de deterioração controlada é a de 45°C. Quanto aos períodos de duração do teste, 24 horas parece ser o mais apto a atender ao propósito de classificação de lotes em vigor, bem como teor de água de 22%. Várias

outras combinações mostraram-se com potencial de uso, porém a redução no período de deterioração leva à indicação dessa combinação.

4.4. Emergência em Campo (EC)

A Tabela 4 traz os resultados de emergência de plântulas em campo. O lote 5 manteve sua superioridade em vigor, apresentando resultados melhores que os do teste padrão de germinação. Entretanto o lote 7, cujo vigor mostrou-se inferior em todas as outras análises, teve resultado surpreendente. O percentual germinativo deste lote igualou-se ao do lote 5 e superou os lotes 1 e 6, considerados de alto e médio vigor, respectivamente. Isso deve-se possivelmente a fatores inerentes às condições edafoclimáticas que ocorreram no local de semeadura, os quais favoreceram o desencadeamento do processo germinativo, em especial dos lotes de vigor inicialmente baixo. Embora em diversos trabalhos os autores tem conseguido boa correlação entre os testes de laboratório com o de emergência de plântulas em campo (MATTHEWS, 1980; PIANA et al., 1995; LARSEN et al., 1998; VIEIRA et al., 1999), Egli e TeKrony (1995) consideraram ser fora da realidade esperar uma relação consistente entre os resultados dos testes de laboratório com a emergência em campo, pois as condições ambientais são profundamente variáveis e imprevisíveis.

Os resultados de emergência em campo comprovaram o fato de que os testes de vigor identificam os lotes com maior probabilidade de desempenho superior em campo, porém não dizem que aqueles que apresentaram baixo potencial de desempenho não poderão apresentar alto em campo. Se as condições ambientais em campo forem favoráveis todos terão possibilidade de apresentar alto desempenho, proporcionando o estabelecimento de população adequada para a cultura em questão.

Tabela 4. Comportamento de sementes de beterraba no teste de emergência (%) em campo.

Lotes							C.V.
1	2	3	4	5	6	7	
87 c	91 bc	91 bc	80 d	100 a	88 c	96 ab	2,8

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem em si ao nível de 1% de probabilidade no Teste de Tukey.

4.5. Teste de correlação simples

O teste de correlação de Pearson mostrou que, entre todos os testes de laboratório, os que mais se correlacionaram positiva e significativamente com o de emergência em campo (EC) foram os de envelhecimento acelerado (EA) tradicional e deterioração controlada (DC).

A melhor correlação do teste de EC com EA ocorreu no período de 72 horas ($r = 0,74^*$). Resultado semelhante foi obtido por Menezes (1993) com sementes de cenoura envelhecidas a 42°C ($r = 0,69^{**}$).

Em condições idênticas às do presente trabalho, exceto a temperatura de 40°C , constatou-se excelente correlação entre o teste de EC com EA ($r = 0,88^{**}$ e $0,80^{**}$) em sementes de melão das cultivares Carvalho e Gaúcho respectivamente (MUNIZ et al., 2002a,b), no período de 72 horas. No teste de DC a correlação foi ainda melhor, com valores de $r = 0,95^{**}$ e $0,92^{**}$ para as duas cultivares sucessivamente.

No teste de DC, na temperatura de 41°C e teor de água de 24% durante 12 ($r = 0,76^*$) e 36 horas ($r = 0,73^*$) e 26% durante 36 horas ($r = 0,79^*$) foram as combinações que melhor se correlacionaram com o teste de emergência em campo. A 45°C as melhores correlações foram com teor de água de 24 ($r = 0,75^*$) e 26% principalmente ($r = 0,92^{**}$), durante 24 horas em banho maria. Para sementes de colza, a melhor correlação foi observada no período de 24 horas, temperatura de 45°C e teor de água de 20%, embora os autores não tenham apresentado os valores de r (LARSEN et al., 1998).

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$.

5. CONCLUSÃO

Em função dos resultados encontrados nas condições do presente trabalho, conclui-se que o vigor de sementes de beterraba pode ser avaliado:

- ✦ com o uso do teste de envelhecimento acelerado a 42°C e 72 horas;
- ✦ com o uso do teste de envelhecimento acelerado em solução salina saturada na temperatura de 42°C e período de 24 horas;
- ✦ com o uso do teste de deterioração controlada à temperatura de 45°C, teor de água de 22% e período 24 horas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALSADON, A.A.; YULE, L.J.; POWELL, A.A. Influence of seed aging on the germination, vigor and emergence in module trays of tomato and cucumber seeds. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.23, n.3, p.665-672, 1995.

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS – AOSA. The seed vigor test committee. **Seed vigor testing handbook**. [S.1.], 1983. 88p. (Contribution, 32).

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

BENNETT, M.A.; BARR, A.J.; GRASSBAUGH, E.M.; EVANS, A.F. Seed vigor evaluation of su, se and sh2 sweet corn genotypes using the saturated salt accelerated aging (SSAA) test. In: INTERNATIONAL SEED TESTING CONGRESS: SEED SYMPOSIUM, 25. Pretoria, 1998. **Abstracts**. Pretoria, 1998, p.92-3.

BENNETT, M.A.; GRASSBAUGH, E.M.; EVANS, A.F. Saturated salt accelerated aging (SSAA) test for assessing and comparing sh2 and se sweet corn seedlots. In: BENNETT, M.A.; GRASSBAUGH, E.M.; EVANS, A.F.; HOFELICH, M.; CASEIRO, R.;

WYENANDT, C.A.; RIEDEL, R.M. **Vegetable research results 2001**. Horticultural & Crop Sciences series, n.720. p.20-4, 2002.

BITTENCOURT, M.L.C. **Qualidade das sementes e avaliação das progênes de meios-irmãos de cenoura (*Daucus carota* L.) 'Brasília'**. 1991. 77f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Viçosa, 1991.

BITTENCOURT, S.R.M. **Teste de envelhecimento acelerado associado ao teste de tetrazólio para avaliação do vigor de sementes de milho**. 1995. 151f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1995.

BRACCINI, A.L.; REIS, M.S.; SEDIYAMA, C.S.; SCAPIM, C.A.; BRACCINI, M.C.L. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, após o processo de hidratação-desidratação e envelhecimento acelerado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.6, p.1053-1066, 1999.

BRASIL. Ministério da agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 1992. 365p.

BRUGGINK, H. Evaluation and improvement of vigor test methods. 1. An alternative procedure for the controlled deterioration test. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.253, p.143-151, 1989.

CALIARI, M.F.; MARCOS FILHO, J. Comparação entre métodos para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de ervilha (*Pisum sativum* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.12, n.3, p.52-75, 1990.

CORASPE, H.M.; IDIARTE, H.G.; MINAMI, K. Avaliação do efeito da peletização sobre o vigor de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.50, n.3, p.349-354, 1993.

DELOUCHE, J.C.; BASKIN, C.C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.1, n.2, p.427-452, 1973.

DIAS, M.C.L.L.; BARROS, A.S.R. Aferição de testes de vigor para sementes de feijão. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v.3, n.1, p.7-23, 1992.

EGLI, D.B.; TEKRONY, D.M. Soybean seed germination, vigor and field emergence. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.23, n.3, p.595-607, 1995.

FANG, J.; MOORE, F. Three-dimensional models represent seed moisture content as a function of relative humidity and temperature. **HortScience**, Alexandria, v.33, n.7, p.1207-1209, 1998.

FINCH-SAVAGE, W.E. Influence of seed quality on crop establishment, growth, and yield. In: BASRA, A.S. (Ed.). **Seed quality: basic mechanisms and agricultural implications**. New York: Food Products. 1994. p.361-84.

GRASSBAUGH, E.M.; BENNETT, M.A. Factors affecting vegetable stand establishment. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.55, p.116-120, 1998. (Número especial)

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

IDIARTE, H.G. **Relação do teste de envelhecimento acelerado na qualidade fisiológica de sementes de cebola**. 1995. 84f. Tese (Doutorado em Agronomia) -

Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION – ISTA. International rules for seed testing. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.27, Suplemento, p.1-333, 1999.

JIANHUA, Z.; McDONALD, M.B. The saturated salt accelerated ageing test for small-seeded crops. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.25, n.1, p.123-131, 1996.

KLEIN, E.S.; PEREIRA, M.F.A. O papel do pericarpo na germinação de sementes de *Beta vulgaris* cv. britta. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BOTÂNICA DE SÃO PAULO, 6, 1986, Campinas. **Anais...** Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 1986. p.51-58.

KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D. Deterioração controlada. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap.6., p.1-8.

LARSEN, S.U., POVLSEN, F.V., ERIKSEN, E.N., PEDERSEN, H.C. The influence of seed vigor on field performance and the evaluation of the applicability of the controlled deterioration vigor test in oil seed rape (*Brassica napus*) and pea (*Pisum sativum*). **Seed Science and Technology**, Zürich, v.26, n.3, p.627-41. 1998.

LEXANDER, K. Seed composition in connection with germination and bolting of *Beta vulgaris* L. (sugar beet). In: HEBBLETHWAITE, P.D. **Seed Production**. London: Butterworths. 1978. p.271-91.

MAKISHIMA, N. **O cultivo de hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 1993. 110p.

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

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Eds.). **Vigor de sementes**: conceitos e testes. Associação brasileira de tecnologia de sementes, Comitê de vigor de sementes. Londrina: ABRATES, 1999b. cap.3, p.1-24.

MARCOS FILHO, J.; FONSECA, M.C.B.; MAZZOTTI, M.A. Teor de umidade da semente e comportamento da soja no teste de envelhecimento rápido. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.13, n.3, p.11-16, 1978.

MARCOS FILHO, J.; PESCARIN, H.M.C.; KOMATSU, Y.H.; DEMÉTRIO, C.G.B.; FANCELLI, A.L. Testes para avaliação do vigor de sementes de soja e suas relações com emergência de plântulas no campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, n.5, p.605-613, 1984.

MARTINS, C.C.; SENEME, A.M.; CASTRO, M.M.; NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C. Teste de vigor na avaliação da qualidade de sementes peliculizadas de brócolos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 12, 2001, Curitiba. **Anais...** Londrina: ABRATES, 2001. p.187.

MATTHEWS, S. Controlled deterioration test. In: HEBBLETHWAITE, P.D. (Ed.) **Seed production**. London: Butterworths, 1980. p.647-662.

MATTHEWS, S. Approaches to the indirect evaluation of germination and vigor. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.55, p.62-66, 1998. (Número especial)

MATTHEWS, S.; POWELL, A.A. Controlled deterioration test. In: PERRY, D.A. (Ed.) **Handbook of vigor test methods**. Zürich: ISTA, 1981. p.49-56.

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

MENEZES, J.E. **Adaptação da metodologia do teste de envelhecimento acelerado para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de cenoura**. 1993. 65f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura, Universidade Federal, Lavras, 1993.

MUNIZ, M.F.B.; GONÇALVES, N.; SILVA, M.A.S. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de melão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 42. Uberlândia, 2002. **Anais...** Uberlândia, Horticultura Brasileira, v.20, n.2, (339), 2002a. (Suplemento 2. CD ROM)

MUNIZ, M.F.B.; GONÇALVES, N.; SILVA, M.A.S. Comparação entre métodos para avaliação do vigor de sementes de melão cv. Gaúcho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 42. Uberlândia, 2002. **Anais...** Uberlândia, Horticultura Brasileira, v.20, n.2, (340), 2002b. (Suplemento 2. CD ROM)

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Eds.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.49-86.

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. (Comunicação 1)

OSMAN, O.A.; GEORGE, R.A.T. Controlled deterioration as a vigor test for sweet pepper seed. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.218, p.110-114, 1988.

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 Agricola**, Piracicaba, v.58, n.3, p.525-531, 2001.

PERRY, D.A. Introduction, methodology and application of vigor test, seedling growth and evaluation test. In: PERRY, D.A. **Handbook of vigor tests methods**. Zürich: ISTA, 1981. p.3-20.

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: VERTER, H.A. van de. **Seed vigor testing seminar**. Zürich: ISTA, 1995. p.73-87.

POWELL, A.A.; MATTHEWS, S. Evaluation of controlled deterioration, a new vigor test for small seed vegetables. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.9, n.2, p.633-640, 1981.

POWELL, A.A.; MATTHEWS, S. Prediction of the storage potential of onion seed under commercial storage conditions. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.12, n.2, p.641-647, 1984a.

POWELL, A.A.; MATTHEWS, S. Application of controlled deterioration vigor test to detect seed lots of *Brussels sprouts* with low potential for storage under commercial conditions. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.12, n.2, p.649-657, 1984b.

POWELL, A.A.; MATTHEWS, S. The role of seed size and the controlled deterioration test in determining seed quality in brassicas. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.362, p.263-272, 1994.

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

POWELL, A.A.; DON, R.; HAIGH, P.; PHILLIPS, G.; TONKIN, J.H.B.; WHEATON, O.E. Assessment of the repeatability of the controlled deterioration vigor test both within and between laboratories. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.12, n.2, p.421-427, 1984.

RIBEIRO, M.C. **Associação entre a qualidade fisiológica avaliada em laboratório e a emergência de plântulas de feijão, milho e soja, em campo**. 1999. 58f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 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 *italica* Plenck)**. 2000. 56f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.

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

RODO, A.B. **Avaliação do potencial fisiológico de sementes de cebola e sua relação com o desempenho de plantas em campo**. 2002. 123f. Tese (Doutorado em Agronomia) Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

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. 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.

ROSSETO, C.A.V.; MARCOS FILHO, J. Comparação entre os métodos de envelhecimento acelerado e de deterioração controlada para avaliação da qualidade de sementes de soja. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.52, n.1, p.123-131, 1995.

ROSSETO, C.A.V.; FERNANDEZ, 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.

SADER, R.; MENDONÇA, E.A.F.; RAMOS, N.P.; FESSEL, S.A. Teste de deterioração controlada em sementes de brócoli (*Brassica oleraceae* L. - var. *Italica*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 12, 2001, Curitiba. **Anais...** Londrina: ABRATES, 2001. p.175.

SAMPAIO, T.G.; SAMPAIO, N.V.; SOARES, P.F. Estudo de componentes do rendimento na produção de sementes de cebola (*Allium cepa* L.). **Revista Científica Rural**, Bagé, v.3, n.1, p.1-7, 1998.

SANTOS, D.S.B.; PEREIRA, M.F.D.A. Restriction of the tegument to the germination of *Beta vulgaris* L. seeds. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.17, n.3, p.601-611, 1989.

SILVA, M.A.S.; TORRES, S.B.; CARVALHO, I.M.S. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.1, p.212-214, 1998.

SILVA, J.B.; VIEIRA, R.D.; CECÍLIO FILHO, A.B. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de beterraba usando-se o teste de envelhecimento acelerado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 42, 2002, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia, Horticultura Brasileira, v.20, n.2, (157), 2002a. (Suplemento 2. CD ROM)

SILVA, J.B.; VIEIRA, R.D.; MENDONÇA, E.A.F. Avaliação do vigor de sementes de beterraba (*Beta vulgaris* L.) usando o teste de envelhecimento acelerado em solução salina saturada. In: SEMINARIO PANAMERICANO DE SEMILLAS, 18, 2002, Santa Cruz. **Memórias...** Santa Cruz, Bolívia, 2002b. (Trabalho 041)

SLIWINSKA, E.; JING, H.C; JOB, C; JOB, D.; BERGERVOET, J.H.W.; BINO, R.J.; GROOT, S.P.C. Effect of harvest time and soaking treatment on cell cycle activity in sugarbeet seeds. **Seed Science Research**, London, v.9, n.1, p.91-99, 1999.

SPINOLA, M.C.M.; CALIARI, M.F.; MARTINS, L.; TESSARIOLI NETO, J. Comparação entre métodos para avaliação do vigor de sementes de cenoura. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.2, p.301-305, 1998.

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.

TAO, K.L.J. An evaluation of alternative methods of accelerated aging seed test for soybean. **Journal of Seed Technology**, Springfield, v.3, n.2, p.30-40, 1979.

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. *italica* Plenck). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 11, 1999, Foz do Iguaçu. **Anais...** Curitiba: ABRATES, 1999. p.120.

TEKRONY, D.M. Precision: an essential component in seed vigor testing. In: International Seed Testing Association, 26, Angers, France, 14 a 22 de Junho, 2001. Mimeografado.

TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. Relationship of seed vigor to crop yield: a review. **Crop Science**, Madison, v.31, n.3, p.816-822, 1991.

TOMES, L.J.; 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. Qualidade fisiológica de sementes de pimentão (*Capsicum annuum* L.) através do teste de estresse hídrico. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.18, n.2, p.246-250, 1996.

TORRES, S.B. Comparação entre diferentes testes de vigor e a correlação com a emergência no campo de sementes de cebola. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.1, p.65-69, 1998.

TORRES, S.B. **Métodos para avaliação do potencial fisiológico de sementes de melão**. 2002. 103f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

TORRES, S.B.; MINAMI, K. Qualidade fisiológica de sementes de pimentão. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.57, n.1, p.109-112, 2000.

TORRES, S.B.; SILVA, M.A.S.; CARVALHO, I.M.S.; QUEIROZ, M.A. Correlação entre testes de vigor em sementes de maxixe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.6, p.1075-1080, 1999.

TRIGO, M.F.O.O.; TRIGO, L.F.N. Determinação da qualidade fisiológica de sementes de cenoura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 9, 1995, Florianópolis. **Anais...** Curitiba: ABRATES, 1995. p.134.

VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M.; SADER, R. Testes de vigor e suas possibilidades de uso. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.31-47.

VIEIRA, R.D.; AGUERO, J.A.P.; PERECIN, D.; BITTENCOURT, S.R.M. Correlation of electrical conductivity and other vigor tests with field emergence of soybean seedlings. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.27, n.1, p.67-75, 1999.

WANG, Y.R.; HAMPTON, J.G.; HILL, M.J. Red clover vigor testing - effects of three test variables. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.22, n.1, p.99-105, 1994.

ABSTRACT

The use of seeds with high physiological potential is fundamental for the establishment of the crop, because it represents one of the major factors that will provide to the crop the possibility of expressing your maximum productive potential. The use of appropriate vigor tests becomes indispensable to evaluate the physiological potential of the produced and marketed seed lots. Therefore, this work was carried out in order to study the accelerated aging and deterioration controlled tests as methods to evaluate the vigor of beet seeds (*Beta vulgaris* L.), correlating their results with seedlings field emergency. Seven seed lots, tightly wrapped, cv. "Top Tall Early Wonder", acquired in the trade market and previously washed in running water were used. After pre washing, the seed lots were submitted to accelerated aging test, both traditional and in saturated salt solution, at 42°C and aging periods of 0, 24, 48 and 72 hours, and controlled deterioration test using two temperatures (41 and 45°C), three moisture content levels (22, 24 and 26%) and three aging periods (12, 24 and 36 hours), and to the seedling field emergency test. The seed moisture content was determined before and after accelerated aging and controlled deterioration tests. Analyses of simple correlation between the laboratory tests and seedling field emergency data were run. It was verified that: the best period for accelerated aging test was 72 hours; the accelerated aging test in saturated salt solution was efficient in the control of water up

take by the seeds and it can be used to identify seed lots based on the vigor, using period of 24 hours; the controlled deterioration test should be conducted using 45°C, 22% and 24 hours for temperature, seed moisture content and aging period, respectively; the seedling field emergency test allowed seed lots separation into vigor levels; the accelerated aging and controlled deterioration tests showed the best correlation with seedling field emergency. The vigor of beet seeds can, therefore, be evaluated efficiently using accelerated aging, both traditional and in saturated salt solution and controlled deterioration tests.