

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

Avaliação do potencial fisiológico, métodos de condicionamento e desempenho de sementes de couve-flor (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis*) durante o armazenamento e em campo.

Ana Lúcia Pereira Kikuti

**Tese apresentada para obtenção do título de
Doutor em Agronomia. Área de concentração:
Fitotecnia.**

**Piracicaba
2006**

**Ana Lúcia Pereira Kikuti
Engenheiro Agrônomo**

Avaliação do potencial fisiológico, métodos de condicionamento e desempenho de sementes de couve-flor (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis*) durante o armazenamento e em campo.

**Orientador:
Prof. Dr. JÚLIO MARCOS FILHO**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em Agronomia. Área de concentração: Fitotecnia.

**Piracicaba
2006**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Kikuti, Ana Lúcia Pereira

Avaliação do potencial fisiológico, métodos de condicionamento e desempenho de sementes de couve-flor (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis*) durante o armazenamento e em campo / Ana Lúcia Pereira Kikuti. - - Piracicaba, 2006.
155 p.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2006.
Bibliografia.

1. Couve-flor 2. Fisiologia vegetal 3. Sementes 4. Vigor I. Título

CDD 635.35

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

DEDICO

Aos meus pais Geraldo e Maria Inês, pelo amor, apoio e dedicação, que me possibilitaram cumprir mais uma etapa.

Ao meu marido Hamilton e meus filhos Bruno e Amanda, pelo amor, incentivo e pela compreensão pelas horas roubadas à sua convivência.

Aos meus irmãos José, Vander e Carlos, e à Denise, Vanessa e Rosane, pelo carinho, amizade e bons momentos compartilhados.

Aos meus sogros, Eiiti e Terezinha, às minhas cunhadas Lizia, Heloísa e Elaine e seus esposos Luiz, Gerson e Marcos, pelo apoio e amizade.

AGRADECIMENTOS

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (USP/ESALQ) pela oportunidade de realizar o curso de doutorado.

Ao professor Júlio Marcos Filho, pela orientação, paciência, amizade e pelo exemplo profissional.

Aos professores Ana Dionísia da Luz Coelho Novembre, Sílvio Moure Cícero e Walter Rodrigues da Silva (in memoriam), pelos ensinamentos, pela amizade e incentivo.

Ao professor Keigo Minami, pelos esclarecimentos prestados na área de Horticultura.

À Engenheira Agrônoma Helena M. C. Pescarin Chamma, pela amizade e sugestões nas análises de laboratório.

Às secretárias Ilze Helena C. G. das Neves e Luciane Lopes, aos funcionários do laboratório de sementes João Elias Jabur Filho e Flávia Oliveira e aos funcionários Adilson, Ananias, Gerson e Galdêncio do departamento de Produção vegetal, pela amizade e serviços prestados durante o curso.

À CAPES pela bolsa de estudo concedida durante os primeiros meses de curso e, à FAPESP, pela concessão da bolsa de estudo durante o restante do curso e pelo apoio financeiro ao desenvolvimento do projeto.

À Sakata Seed Sudamerica Ltda., pela cessão das sementes.

Aos colegas de curso, Aurenny, Eniel, Liana, Nilza, Roseli, Sílvia, Thaís, Virgínia e Walnice, pelo companheirismo e agradável convivência.

A todos que contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO.....	8
ABSTRACT.....	9
1 INTRODUÇÃO.....	10
2 DESENVOLVIMENTO.....	12
2.1 Revisão bibliográfica.....	12
2.1.1 Avaliação do vigor de sementes.....	13
2.1.2 Potencial fisiológico das sementes e desempenho das plantas.....	18
2.1.3 Condicionamento fisiológico.....	22
2.1.4 Secagem das sementes após o condicionamento fisiológico.....	27
2.1.5 Armazenamento das sementes após o condicionamento fisiológico e a secagem.....	29
2.2 Material e métodos.....	32
2.2.1 Primeira etapa: estudo de procedimentos para a determinação do vigor de sementes.....	33
2.2.1.1 Determinação do grau de umidade.....	33
2.2.1.2 Germinação.....	33
2.2.1.3 Velocidade de germinação.....	34
2.2.1.4 Deterioração controlada.....	34
2.2.1.5 Envelhecimento acelerado (tradicional).....	35
2.2.1.6 Envelhecimento acelerado (solução saturada de NaCl).....	35
2.2.1.7 Condutividade elétrica.....	36
2.2.1.8 Lixiviação de potássio.....	36
2.2.1.9 Emergência de plântulas.....	37
2.2.2 Segunda etapa: estudo de relações entre resultados de testes de vigor, emergência das plântulas e desempenho das plantas em campo	38
2.2.2.1 Avaliação do potencial fisiológico.....	38
2.2.2.2 Avaliação do desenvolvimento e produção das plantas	38
2.2.2.2.1 Avaliação do desenvolvimento vegetativo.....	41
2.2.2.2.2 Avaliação da produção.....	42
2.2.2.2.3 Replântio.....	43

2.2.2.2.4 Procedimento estatístico.....	43
2.2.3 Terceira etapa: absorção de água pelas sementes, técnicas para o condicionamento fisiológico e a secagem subsequente das sementes.....	44
2.2.3.1 Avaliação do potencial fisiológico inicial das sementes.....	44
2.2.3.2. Absorção de água.....	44
2.2.3.3 Técnicas para o condicionamento fisiológico.....	45
2.2.3.3.1 Osmocondicionamento.....	46
2.2.3.3.2 Hidrocondicionamento.....	46
2.2.3.4 Técnicas para secagem das sementes após o condicionamento fisiológico.....	47
2.2.3.4.1 Secagem rápida.....	48
2.2.3.4.2 Secagem lenta.....	48
2.2.3.4.3 Incubação.....	48
2.2.4 Condicionamento, secagem e armazenamento das sementes.....	50
2.3 Resultados e discussão.....	52
2.3.1 Primeira etapa: Procedimentos para a avaliação do potencial fisiológico....	52
2.3.1.1 Avaliação da qualidade dos lotes.....	53
2.3.1.2 Teste de envelhecimento acelerado.....	55
2.3.1.3 Deterioração controlada.....	58
2.3.1.4 Condutividade elétrica.....	60
2.3.1.5 Lixiviação de potássio.....	66
2.3.1.6 Considerações gerais.....	71
2.3.2 Segunda etapa – Estudo de relações entre o potencial fisiológico das sementes e a emergência de plântulas, desenvolvimento e produção das plantas em campo.....	72
2.3.2.1 Avaliação do potencial fisiológico (Experimento I).....	73
2.3.2.2 Avaliação do desempenho das plântulas e plantas (Experimento I).....	73
2.3.2.3 Avaliação do potencial fisiológico (Experimento II).....	77
2.3.2.4 Avaliação do desenvolvimento e da produção das plantas em campo (Experimento II).....	78
2.3.2.5 Considerações gerais.....	83

2.3.3 Terceira etapa: Absorção de água, técnicas para o condicionamento fisiológico e a secagem subsequente das sementes.....	83
2.3.3.1 Avaliação do potencial fisiológico inicial das sementes.....	83
2.3.3.2 Absorção de água pela semente.....	86
2.3.3.3 Condicionamento fisiológico.....	89
2.3.3.3.1 Cultivar Sharon.....	89
2.3.3.3.2 Cultivar Teresópolis Gigante.....	95
2.3.3.4 Secagem das sementes.....	100
2.3.3.4.1 Cultivar Sharon.....	100
2.3.3.4.2 Cultivar Teresópolis Gigante.....	108
2.3.3.5 Considerações gerais.....	115
2.3.3.4 Tratamento e armazenamento das sementes.....	116
2.3.3.4.1 Sharon.....	116
2.3.3.4.2 Teresópolis Gigante.....	127
2.3.5 Considerações gerais.....	137
3 CONCLUSÕES.....	139
REFERÊNCIAS.....	141

RESUMO

Avaliação do potencial fisiológico, métodos de condicionamento e desempenho de sementes de couve-flor (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis*) durante o armazenamento e em campo.

A pesquisa teve como objetivos identificar métodos eficientes para avaliação do potencial fisiológico de sementes de couve-flor, verificar as relações entre o potencial fisiológico das sementes e o desempenho das plantas em campo, bem como definir procedimento adequado para o condicionamento fisiológico de sementes dessa espécie e identificar métodos de secagem que possibilitem a manutenção dos efeitos benéficos do condicionamento, inclusive durante o armazenamento. O estudo foi conduzido em quatro etapas, com a utilização de lotes de sementes dos cultivares Sharon e Teresópolis Gigante. A primeira etapa constou da seleção de procedimentos para condução dos testes de deterioração controlada, envelhecimento acelerado (com e sem solução salina), condutividade elétrica e lixiviação de potássio. Na segunda, avaliaram-se as relações entre os resultados obtidos em testes de vigor, a emergência das plântulas em casa de vegetação e o desempenho das plantas em campo. Na terceira etapa, foram estudadas a marcha de absorção de água pelas sementes, as técnicas para o hidrocondicionamento e o osmocondicionamento e para a secagem das sementes após o condicionamento. Finalmente, a quarta etapa constou do hidrocondicionamento, secagem e armazenamento das sementes, em condições normais de laboratório e em condições controladas (20°C e umidade relativa de 50%). Concluiu-se que os testes de envelhecimento acelerado tradicional, a 41°C/48 horas, de envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl, a 45°C/72 horas, e de deterioração controlada (sementes com grau de umidade inicial de 20% ou 22%, a 45°C, durante 24 horas) demonstram sensibilidade para a avaliação do potencial fisiológico de sementes de couve-flor. A utilização da combinação 50 sementes/75ml de água/4h de embebição, no teste de condutividade elétrica e de 25 sementes/50ml de água/30 minutos de embebição, para o teste de lixiviação, permitem a separação de lotes em diferentes níveis de vigor. Os resultados dos testes de envelhecimento acelerado ou de deterioração controlada devem ser usados conjuntamente com os obtidos nos de condutividade elétrica ou de lixiviação de potássio, para que sejam identificados lotes com possibilidade de apresentar comportamento diferenciado das plantas em campo. O nível de vigor das sementes afeta o desenvolvimento inicial das plantas, quando as diferenças entre o potencial fisiológico dos lotes são acentuadas, mas não influencia o desenvolvimento final das plantas e a produção. O hidrocondicionamento entre quatro e seis folhas de papel toalha, até atingir teores de água próximos ao necessário para a emissão da raiz primária é eficiente para sementes de couve-flor. A secagem rápida ou o choque térmico seguido de secagem rápida são métodos eficientes na manutenção dos efeitos benéficos do hidrocondicionamento, para sementes de couve-flor. O armazenamento em condições controladas (20°C e umidade relativa de 50%), até durante quatro meses, permite a manutenção dos efeitos benéficos do condicionamento.

Palavras-chave: sementes, análise, fisiologia, vigor, hidrocondicionamento, secagem, estabelecimento do estande, produção.

ABSTRACT

Evaluation of the physiological potential, priming methods and performance of cauliflower (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis*) seedlots

The objectives of this research were to identify reliable methods to evaluate the physiological potential of cauliflower seeds, verify the relationship between seed physiological potential and field performance, as well as to define a suitable procedure for seed priming and identify efficient drying methods to avoid the possible reversion of beneficial priming effects during storage. The study was conducted in four steps using seed lots of cultivars Sharon and Teresópolis Gigante. The first step comprised the selection of procedures for seed vigor assessment by controlled deterioration, accelerated aging (with and without saline solution), electrical conductivity and potassium leachate tests. On the second step, was evaluated the relation of vigor tests results, seedling emergence in greenhouse and field plant performance. On the third step, were studied the rate of water absorption by seeds and techniques for hydropriming and osmopriming were studied. Finally, the fourth step included hydropriming, drying and seed storage under normal laboratory conditions and controlled conditions (20°C and 50% relative humidity). Results showed that the traditional accelerated aging test at 41°C/48 h, accelerated aging with saturated solution of NaCl, at 45°C/72 h, and controlled deterioration (seeds with initial moisture content of 20% or 22%, at 45°C/24 h) tests were sensitive to differences in the physiological potential of cauliflower seeds. The combination 50 seeds/75ml water/4h imbibition during the electrical conductivity test and 25 seeds/50ml water/ 30 minutes imbibition for the leachate test detected differences of seed vigor levels. The test results of accelerated aging or controlled deterioration must be used together with those achieved in the electrical conductivity or the potassium leachate tests, so that one can identify the lots likely to present a distinguished behavior of plants in the field. Seed vigor level affects the initial development of plants only when differences among the physiological potential of lots are sufficiently wide, but however, these possible effects do not persist over time and the final development of plants and yield are not affected. The hydropriming of seeds between four and six sheets of paper towel to reach a moisture content close to the primary root protrusion is efficient for cauliflower seeds. Rapid drying or thermal shock followed by rapid drying are efficient methods to keep the beneficial hydropriming effect for cauliflower seeds. Storage under controlled conditions (20°C and 50% relative humidity) allows to keep priming beneficial effects up to four months.

Keywords: seeds, analysis, physiology, vigor, stand establishment, hydropriming, drying, yield.

1 INTRODUÇÃO

O potencial fisiológico é avaliado rotineiramente em laboratório por meio do teste de germinação, conduzido em condições próximas às ideais. Desse modo, lotes com germinação semelhante podem apresentar desempenhos distintos em campo, quando as condições ambientais se desviam das mais adequadas. Conseqüentemente, os testes de vigor surgiram visando à complementação das informações obtidas no teste de germinação, apresentando relação mais estreita com os resultados obtidos durante o armazenamento, e em campo.

A disponibilidade de informações precisas sobre o potencial fisiológico das sementes permite, principalmente em espécies em que a condução da cultura comercial envolve o transplante, como a de couve-flor, a produção de mudas com tamanho e qualidade uniformes, com vantagens ao desenvolvimento e maturação das plantas (MARCOS FILHO, 2005).

Os testes de deterioração controlada e condutividade elétrica têm sido usados com maior freqüência para a determinação do vigor de sementes de hortaliças. O teste de envelhecimento acelerado com substituição da água por solução saturada de sais e o de lixiviação de potássio também vêm se destacando, necessitando maiores estudos para aplicação para as diversas espécies.

Os principais objetivos da pesquisa sobre o vigor são o desenvolvimento de procedimentos adequados para avaliá-lo e esclarecer sua influência sobre o desempenho das plântulas e plantas em campo. Nesse sentido, os trabalhos apresentam resultados controvertidos. Alguns autores relatam que o vigor das sementes tem influência somente nos estádios iniciais de desenvolvimento das culturas, enquanto outros entendem que essa influencia se estende até a produção.

Por outro lado, o estudo de técnicas visando à melhoria do desempenho das sementes é necessário. O condicionamento fisiológico tem sido proposto com o objetivo de beneficiar a velocidade e a uniformidade de emergência de plântulas. Consiste na embebição das sementes em água, solução salina ou osmótica, ou em substratos umedecidos, para a ativação dos processos metabólicos essenciais à germinação, sem que ocorra, a emissão da raiz primária.

No entanto, há controvérsias sobre o desempenho das sementes submetidas à secagem após o condicionamento e durante o armazenamento. Estudos têm sido realizados no sentido de se encontrar métodos, a serem aplicados às sementes após o condicionamento fisiológico que as tornem mais resistentes à secagem e ao armazenamento.

Conseqüentemente, esta pesquisa teve os seguintes objetivos: a) identificar métodos eficientes para avaliação do potencial fisiológico de sementes de couve-flor; b) obter informações sobre relações entre o potencial fisiológico e o desempenho das plantas em campo; c) definir procedimento adequado para o condicionamento fisiológico de sementes dessa espécie; d) identificar métodos de secagem que possibilitem a manutenção dos efeitos benéficos do condicionamento, inclusive durante o armazenamento.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Revisão bibliográfica

As brássicas ocupam posição de grande importância entre as hortaliças, sendo fonte de vitaminas, cálcio, ferro e proteínas, para a alimentação humana (CARVALHO, 1983).

A couve-flor, *Brassica oleracea* L. var. *botrytis* L. é uma hortaliça herbácea, pertencente à família Brassicaceae, de clima temperado ameno e bienal, originária da costa do Mediterrâneo. Devido à sua exigência em baixa temperatura, para formar cabeças comerciáveis, seu cultivo torna-se restrito a regiões de temperaturas mais amenas (BLANCO, GROppo, TESSARIOLI NETO, 1997; FILGUEIRA, 2000). No entanto, os fitomelhoristas têm desenvolvido híbridos que se desenvolvem e produzem em temperaturas mais elevadas, permitindo o cultivo durante todo o ano (FILGUEIRA, 2000).

As sementes de hortaliças têm custo relativamente elevado e possuem elevado grau de propensão à deterioração; estes são alguns dos motivos que levam à exigência de moderna tecnologia, para a produção comercial. 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, semente de boa qualidade, e à empresa produtora, credibilidade. O potencial fisiológico de sementes é determinado por meio do teste de germinação, que é o mais aceito para este fim (ISTA, 2003). Entretanto, comportamentos diferentes no campo e durante o armazenamento são frequentemente exibidos por lotes que apresentam germinação semelhante (MARCOS FILHO, 1999a). À medida que as condições ambientais se desviam das ideais para o estabelecimento das plantas ou para o armazenamento das sementes, os resultados do teste de germinação se tornam mais distantes da emergência de plântulas em campo, porque é conduzido em condições ambientais extremamente favoráveis.

Desse modo, surgiram os testes de vigor visando à complementação, não à exclusão das informações obtidas no teste de germinação, para a caracterização mais ampla do potencial fisiológico das sementes (MARCOS FILHO, 2005).

2.1.1 Avaliação do vigor de sementes

De acordo com AOSA (1983), vigor de sementes pode ser definido como “um conjunto de características da semente que determinam o potencial para a emergência e o rápido desenvolvimento de plântulas normais, sob ampla diversidade de condições de ambiente”.

O vigor declina muito rapidamente para baixos níveis antes de haver uma significativa redução na germinação (EGLI; WHITE; TeKRONY, 1979). Sendo assim, os testes de vigor geralmente permitem identificação de diferenças significativas entre lotes de sementes com poder germinativo semelhante. Os resultados dos testes de vigor são complementares aos obtidos no teste de germinação, uma vez que este é conduzido em condições ideais, não tendo seus resultados correspondentes à percentagem de emergência de plântulas em campo, à medida que as condições ambientais se desviam das ideais (MARCOS FILHO, 1999a). Porém, quando as condições se desviam muito das favoráveis, a eficiência dos testes de vigor em estimar o potencial de emergência das plântulas também diminui.

Os estudos sobre os testes de vigor ganharam impulso no IX Congresso da ISTA em 1950, tendo como principal objetivo fornecer informações sobre a percentagem de emergência de plântulas em campo, em uma larga escala de ambientes, e/ou sobre o potencial de armazenamento de lotes de sementes (HAMPTON, TeKRONY, 1995). São utilizados pelas empresas de sementes e instituições oficiais, que os incluem em programas internos de controle de qualidade.

Apesar disso, a maioria dos procedimentos disponíveis para avaliação do vigor de sementes foi desenvolvida para sementes de grandes culturas, havendo a necessidade de adaptação ou desenvolvimento de procedimentos adequados para a avaliação do potencial fisiológico de sementes pequenas, como as de espécies olerícolas ou floríferas. O preço relativamente elevado das sementes destas espécies, a

produção em quantidades limitadas, a avançada tecnologia empregada, a adoção de sistema de semeadura em bandejas de poliestireno (“isopor”), justificam o direcionamento da pesquisa a estas espécies (MARCOS FILHO, 2001). Especialmente nos casos específicos de espécies onde a condução da cultura comercial envolve o transplante, como a couve-flor, as falhas na emergência ou a formação de plântulas fracas podem causar sérios prejuízos ou acréscimos nos custos de produção. Dessa forma, para essas espécies é de grande importância que as sementes apresentem elevado nível de vigor.

Os testes mais específicos para avaliar o vigor de sementes de hortaliças são representados pela deterioração controlada e a condutividade elétrica, mas há necessidade da obtenção de informações mais amplas sobre o assunto.

O teste de envelhecimento acelerado é muito utilizado em pesquisas e em programas de controle de qualidade de empresas produtoras de sementes. 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. Nesse teste, considera-se que lotes de sementes de alto vigor mantêm sua viabilidade quando submetidos, durante curtos períodos de tempo, a condições severas de temperatura e umidade relativa do ar (DELOUCHE, BASKIN, 1973).

Combinações de período de exposição e temperatura durante a incubação no teste de envelhecimento acelerado variam de acordo com a espécie, havendo indicações de sucesso com o uso de 45°C/48h para rabanete (HAMPTON, TeKRONY, 1995), 41°C/72h para pimentão (TeKRONY, 1995; PANOBIANCO, MARCOS FILHO, 1998), 45°C/48h para brócolos (TEBALDI et al., 1999), 41°C/72h para tomate (PANOBIANCO, MARCOS FILHO, 2001a), 41°C/48h para berinjela (BHÉRING et al., 2001), 41°C/48h para cenoura (RODO et al., 2001), 41°C/72h para alface (TeKRONY, 1995) ou 41°C/48h (PEREIRA, NASCIMENTO, 2003), 41°C/72h para cebola (TeKRONY, 1995; RODO, MARCOS FILHO, 2003), 41°C/72 ou 96h para melão (TORRES, MARCOS FILHO, 2003), 41°C/72H para ervilha (HAMPTON et al., 2004), 41°C/48h para rúcula (RAMOS et al., 2004).

Porém, no teste de envelhecimento acelerado tradicional, as sementes absorvem água em ambiente relativamente quente e úmido, de modo que os resultados sofrem

influência, dentre outros fatores, do grau de umidade inicial das sementes e do período de permanência das amostras no interior da câmara de envelhecimento (MARCOS FILHO, 1999b). Esses efeitos têm sido detectados, de maneira mais drástica, em sementes tipicamente de menor tamanho, como as de hortaliças, ocasionando inconsistência nos resultados (POWELL, 1995). Variação de 11,4% a 24,0% no grau de umidade de diferentes amostras de sementes de cebola, após 24 horas de envelhecimento acelerado, foram observados por Powell (1995), enquanto Rodo et al. (2000), trabalhando com sementes de cenoura, detectaram variações de até oito pontos percentuais no grau de umidade das amostras avaliadas.

Por esse motivo, alternativas têm sido estudadas para a condução do envelhecimento acelerado, como, por exemplo, a substituição da água colocada no interior da caixa plástica, por soluções saturadas de NaCl, KCl ou NaBr (JIANHUA, McDONALD, 1997). Isto permite a redução da velocidade de captação de água, da intensidade de deterioração, além da obtenção de efeitos menos drásticos sobre as sementes e resultados menos variáveis (JIANHUA, McDONALD, 1997; PANOBIANCO, MARCOS FILHO, 1998; PANOBIANCO, MARCOS FILHO, 2001).

Algumas combinações temperatura x tempo de exposição, têm se mostrado eficientes para avaliação do vigor para algumas espécies: cenoura, 41°C/48h (RODO, PANOBIANCO, MARCOS FILHO, 2000), tomate, 41°C/72h (PANOBIANCO, MARCOS FILHO, 2001a), melão, 41°C/72 ou 96 h (TORRES, MARCOS FILHO, 2003), cebola, 41°C/48 ou 72 h (RODO, MARCOS FILHO, 2003), brócolos, 41°C/72h (MARTINS et al., 2002) ou 45°C/48h (FESSEL et al, 2005), rúcula, 41°C/48h (RAMOS et al., 2004).

No entanto, para sementes de couve-flor, o envelhecimento acelerado tradicional e com solução saturada de NaCl e incubação a 41°C durante 48 e 72 horas, não distinguiu os lotes em diferentes níveis de vigor (PAIVA et al., 2005).

O teste de deterioração controlada baseia-se na premissa de que as sementes deterioram mais rapidamente quando armazenadas em condições de umidade relativa do ar e temperaturas elevadas (POWELL, 1995). Esse teste permite o ajuste do teor de água das sementes, sendo esse ajuste realizado de maneira uniforme para todas as amostras, antes do período de deterioração, em alta temperatura (MATTHEWS, 1980;

HAMPTON; TeKRONY, 1995), permitindo que as condições de estresse sejam mais uniformes durante o teste.

Esse teste foi desenvolvido por Matthews (1980) para sementes pequenas. Inicialmente foi estudado para sementes de cenoura, cebola, alface e brássicas (MATTHEWS, 1980; POWELL, MATTHEWS, 1981). Desde então, têm sido usados com sucesso, para a avaliação do vigor de sementes de couve-flor (POWELL, THORNTON, MITCHELL, 1991), de pimentão (PANOBIANCO, MARCOS FILHO, 1998), de repolho (STRYDOM, VENTER, 1998), de brócolos (MENDONÇA et al., 2000), de tomate (RODO, TILLMANN, VILLELA, 1998; PANOBIANCO, MARCOS FILHO, 2001a), de melão (TORRES, MARCOS FILHO, 2005) e de berinjela (DEMIR et al., 2005).

Outros testes de vigor têm sido estudados, procurando-se adaptar a metodologia para sementes de hortaliças. Dentre eles, o teste de condutividade elétrica, que avalia indiretamente o grau de estruturação das membranas celulares. Foi desenvolvido para detectar as causas da baixa emergência das plântulas em campo, em lotes de sementes de ervilha, que apresentavam alto percentual de germinação em laboratório (MATTHEWS, BRADNOCK, 1967).

O teste de condutividade elétrica é baseado na menor velocidade de estruturação das membranas por sementes menos vigorosas, 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^+ (SHORT, LACY, 1976; AOSA, 1983; GIVELBERG, HOROWITZ, POLJAKOFF-MAYBER, 1984; WOODSTOCK, 1988; CORTES, SPAETH, 1994).

Os resultados deste teste são obtidos em aproximadamente 24 horas (HAMPTON; TeKRONY, 1995), porém, para sementes pequenas como as de hortaliças, o período de embebição pode ser reduzido. Sendo assim, 8h de embebição foram eficientes para avaliar o vigor de sementes de brócolos (MARTINS et al., 2002), 4 horas para maxixe (TORRES et al., 1998), 2 ou 4 horas para pimentão (OLIVEIRA,

NOVEMBRE, 2005, TORRES, MINAMI, 2000) e 2 horas para tomate (CASTRO et al., 2003).

A recomendação da embebição a 20°C, ainda é comum (KRZYZANOWSKI, FRANÇA NETO, HENNING, 1991; HAMPTON, TeKRONY, 1995), apesar disso, a temperatura de 25°C, tem se mostrado mais coerente com as condições ambientais dos laboratórios de análise de sementes (VIEIRA, KRZYZANOWSKI, 1999).

O uso de quatro repetições de 50 sementes tem sido recomendado (LOEFLER, TeKRONY, EGLI, 1988; VIEIRA, 1994; HAMPTON, TeKRONY, 1995). No entanto, para sementes de olerícolas há alguns trabalhos, sugerindo a diminuição do número de sementes para 25 (CALIARI, MARCOS FILHO, 1990; RODO, TILLMANN, VILLELA, 1998; FESSEL et al., 2003; OLIVEIRA, NOVEMBRE, 2005).

Quanto ao volume de água, para grandes culturas é recomendada a utilização de 75ml (LOEFLER, TeKRONY, EGLI, 1988; MARCOS FILHO et al., 1990; DIAS, MARCOS FILHO, 1996). No entanto, para sementes de hortaliças esse volume tem sido reduzido para 25 a 50ml, com sucesso.

De acordo com Panobianco e Marcos Filho (2001b) apesar de serem encontrados na literatura, trabalhos utilizando esse teste para avaliação do vigor de sementes de hortaliças, ainda há controvérsias sobre sua eficiência para essas sementes.

No entanto, resultados satisfatórios com o uso desse teste foram obtidos para avaliação do vigor de sementes de cenoura (ANDRADE et al., 1995; DIAS, VIEIRA, BHÉRING, 1996), couve-flor (DIAS, VIEIRA, BHÉRING, 1996; PAIVA et al., 2005), brócolos (MARTINS et al., 2002), cebola (DIAS, VIEIRA, BHÉRING, 1996), pepino (ABDO et al., 2005) e pimentão (OLIVEIRA, NOVEMBRE, 2005). Porém, para sementes de tomate (ARGERICH, BRADFORD, 1989; NOVEMBRE et al., 1995) e de melão (TORRES, MARCOS FILHO, 2005) esse teste não produziu bons resultados.

Diante disso, informações mais detalhadas acerca das melhores combinações volume de água/número de sementes, são necessárias, para couve-flor.

Por outro lado, a quantificação de potássio, íon inorgânico acumulado em maiores quantidades pelas sementes (LOTT, CAVDEK, CARSON, 1991), na solução de embebição dessas, tem sido usada para avaliação do vigor.

O teste de lixiviação de potássio baseia-se em princípio semelhante ao da condutividade elétrica, com a vantagem de proporcionar informações sobre o potencial fisiológico dos lotes, em período de tempo consideravelmente reduzido (DIAS, MARCOS FILHO, 1995). Dessa forma, foram conseguidas avaliações da qualidade de sementes de soja em 30 e 90 minutos (CUSTÓDIO, MARCOS FILHO, 1997; DIAS, MARCOS FILHO, CARMELLO, 1997), de cebola em 30 minutos (RODO, MARCOS FILHO, 2001), de pimentão em 60 minutos (MIRANDA et al., 2003) e de tomate em 180 minutos (PANOBIANCO, MARCOS FILHO, 2001b).

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 (CUSTÓDIO, MARCOS FILHO, 1997).

Durante a condução do teste atenção especial deverá ser dada a vários aspectos para padronização da metodologia, como: a calibração do fotômetro de chama, a proporção entre número de sementes e volume de água, a temperatura, ao período de embebição e ao possível efeito do 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 sendo estudado para sementes de grandes culturas e de hortaliças, apresentando resultados promissores. No entanto, ajustes na metodologia devem ser estudados buscando disponibilizar protocolos para várias espécies. As informações a respeito da metodologia para sementes de hortaliças ainda são restritas (PANOBIANCO, MARCOS FILHO, 2001b), justificando-se a condução de trabalhos com essas espécies.

2.1.2 Potencial fisiológico das sementes e desempenho das plantas

Há várias referências na literatura que buscam associar o potencial fisiológico das sementes, determinado em laboratório, à emergência das plântulas em campo. No

entanto, o mesmo não acontece com relação à associação do potencial fisiológico com o desempenho das plantas e com a produção final.

As estruturas da semente são consideradas importantes principalmente para o crescimento inicial da plântula, durante período relativamente curto após sua emergência (TeKRONY, EGLI, 1991). À medida que o ciclo da cultura avança, há diminuição do efeito do vigor das sementes sobre o desempenho das plantas (GRAY et al., 1991).

Desse modo, os estudos dos efeitos do vigor das sementes sobre o desempenho das plantas delas resultantes, deveriam analisar separadamente as diversas etapas do desenvolvimento das plantas, levando em consideração que os órgãos colhidos são diferentes entre espécies, de acordo com a finalidade a que se destinam (BURRIS, 1976).

Os efeitos do vigor de sementes no estabelecimento do estande podem ser especialmente críticos para culturas que requerem distribuição espacial de plantas para maximizar seu rendimento como alface, repolho, cebola e couve-flor (TeKRONY, EGLI, 1991). Nesse sentido, a emergência atrasada ou “falhas” no estande podem reduzir a produção e a uniformidade das plantas por ocasião da colheita, mas o efeito direto do vigor de sementes sobre o desenvolvimento da planta e a produção é controverso.

Franzin et al. (2003) observaram efeitos favoráveis do vigor de sementes de alface, sobre a percentagem de mudas fortes, sobre o número de folhas, a altura da parte aérea, o comprimento de raízes e a massa úmida e seca das mudas formadas. Do mesmo modo, sementes menos vigorosas de brássicas originaram plântulas menores e mais variáveis quanto à altura, no estágio das primeiras folhas, em relação às mais vigorosas (POWELL, THORNTON, MITCHELL, 1991). Esses mesmos autores observaram grande variabilidade no peso da matéria verde e matéria seca de plântulas produzidas a partir de sementes de baixo vigor, embora sua média de peso diferisse pouco daquelas produzidas a partir de sementes de alto vigor.

Nesse mesmo sentido, Lingegowda e Andrews (1973), observaram que sementes com menor potencial fisiológico originaram menor emergência de plântulas, plantas com menor acúmulo de matéria seca de folhas e raízes de menor diâmetro e comprimento, em nabo.

Rodo e Marcos Filho (2003) verificaram que o desenvolvimento inicial de plantas de cebola, avaliado pela altura e peso de matéria seca, foi afetado pelo vigor das sementes, principalmente quando as diferenças no potencial fisiológico tornaram-se mais amplas, como resultado da deterioração durante o armazenamento. Segundo Burris (1976) as diferenças de vigor entre as amostras devem ser suficientemente amplas para que se manifestem em condições de campo.

A influência do vigor pode existir mesmo quando não há diferenças no estande inicial, devido ao crescimento das plantas provenientes de sementes menos vigorosas ser mais lento e estas apresentarem maior sensibilidade às condições ambientais adversas (LARSEN et al., 1998).

A população de plantas é diretamente afetada pelo baixo vigor das sementes, seja pela não germinação, seja pela não sobrevivência das plantas até a fase produtiva. Há um efeito indireto do vigor sobre a produtividade, pois, a atuação direta se dá sobre o estabelecimento da planta (ELLIS, 1992; CARVALHO, NAKAGAWA, 2000).

De acordo com Hampton (2002) os efeitos do vigor das sementes sobre o estabelecimento do estande, o desenvolvimento das plantas e a produção final, exercem profunda influência na produção econômica de várias espécies.

Desse modo, o efeito do vigor de sementes de alface pode se estender até a produção, determinando a necessidade de se efetuar colheitas sucessivas da mesma lavoura (GLOBIRSON, 1981) ou provocando redução na produção quando são utilizadas sementes de baixo vigor (CARVALHO, TOLEDO, 1978).

Sementes de alface com maior peso proporcionaram maior percentagem e uniformidade de emergência de plântulas em campo e produtividade mais elevada (SMITH et al., 1973). Da mesma forma, sementes mais vigorosas de cebola proporcionaram maior produtividade (GAMIELY et al, 1990). Sementes mais vigorosas de couve-flor deram origem a plantas mais produtivas (FINCH-SAVAGE, MCKEE, 1990).

Porém, segundo TeKrony e Egli (1991), a maioria dos tecidos da planta envolvidos no acúmulo de matéria seca é formada após a emergência das plântulas e há dúvidas que o vigor da semente possa influenciar a participação desses tecidos nos processos fisiológicos que culminam com o acúmulo de matéria seca. Nesse sentido,

Lingegowda e Andrews (1973), verificaram que o vigor das sementes não influenciou a produção final de repolho.

A temperatura é o principal fator a estimular a iniciação dos botões florais e o desenvolvimento das folhas de couve-flor, e está diretamente relacionada ao tamanho da cabeça (FERREIRA, 1983). O número total de folhas depende do cultivar, da temperatura durante a fase de iniciação da cabeça, do estresse causado por transplante e do estado nutricional da planta, entre outros (BOOIJ, 1987; KIMOTO, 1993).

Há dois grupos de cultivares de couve-flor, com diferentes exigências termoclimáticas. O primeiro engloba as adaptadas ao cultivo no outono-inverno e o segundo é composto por híbridos adaptados ao cultivo de primavera-verão (FILGUEIRA, 2000).

O tamanho da cabeça depende do desenvolvimento da planta e da temperatura, que atua diferentemente em cada cultivar. É também um aspecto importante na comercialização e na produção de sementes de couve-flor, uma vez que cada primórdio floral transforma-se em uma flor (TAKAZAKI, 1984).

Por outro lado, em alface, repolho, cenoura, couve-flor, berinjela e cebola, o atraso e uniformidade de desenvolvimento podem se refletir na qualidade do produto, com desvios em relação ao padrão desejado e redução do valor comercial (MARCOS FILHO, 2005). A disponibilidade de informações precisas sobre o potencial fisiológico das sementes permite, principalmente em espécies em que a condução da cultura comercial envolve o transplante, a produção de mudas com tamanho e qualidade uniformes, com vantagens ao desenvolvimento e maturação das plantas e, possivelmente, à produção final (MARCOS FILHO, 2005).

Dessa forma, Piana, Tillmann e Minami (1995), observaram que os testes de frio e de envelhecimento acelerado apresentaram relação mais estreita com a emergência das plântulas em campo e com a obtenção de mudas mais vigorosas para transplante de sementes de cebola, que os testes de germinação, de primeira contagem, de condutividade elétrica e de emergência em campo.

Entretanto o teste de condutividade elétrica foi mais eficiente que os de tetrazólio, padrão de germinação e de frio, para estimar o potencial de emergência de

plântulas de feijão em campo (KOLASINSKA, SZYRMER, DUL, 2000). Os testes de deterioração controlada (24% de água/45°C/24h) e de envelhecimento acelerado com solução salina (41°C/72h) foram os mais eficientes para detectar diferenças no vigor de sementes de cebola, relacionadas com o desempenho inicial das plântulas e plantas em campo (RODO, MARCOS FILHO, 2003).

Além da necessidade do desenvolvimento de procedimentos específicos para avaliar o vigor de sementes de hortaliças, visando obtenção de informações mais precisas sobre seu potencial de desempenho em campo, também é imperativo o aprimoramento desse desempenho, uma vez que essas sementes são muito propensas à deterioração. Técnicas mais sofisticadas, como o condicionamento fisiológico (“priming”), têm sido propostas com esse objetivo.

2.1.3 Condicionamento fisiológico

O condicionamento fisiológico tem sido considerado como uma técnica promissora, desenvolvida visando principalmente à redução do período de germinação e de emergência das plântulas e à obtenção de estandes uniformes, especialmente dentro de condições edafo-climáticas adversas (BRADFORD, 1986; RAO, AKERS, AHRING, 1987; KHAN, 1992; PARERA, CANTLIFFE, 1994). Essa técnica também vem sendo utilizada para minimizar o efeito de microrganismos causadores de tombamento, reduzindo a sua incidência e problemas relacionados com a aderência de tegumento aos cotilédones durante a emergência (NASCIMENTO, WEST, 1998). Além disso, o condicionamento proporciona o desenvolvimento de sementes imaturas, igualando-as às maduras quanto à germinação (JETT, WELBAUM, 1996).

A técnica envolve o controle da hidratação das sementes, suficiente para ativar os processos preparatórios essenciais à germinação, sem permitir a emergência da raiz primária (PILL, 1995). Desse modo, o condicionamento fisiológico se dirige às fases I e II de embebição para germinação, durante as quais ocorre ação de mecanismos de reparo de macromoléculas danificadas e de estruturas celulares, fazendo com que as sementes germinem de forma mais rápida e sincronizada (BRAY, 1995).

A emissão da raiz primária sinaliza o início da fase III da curva de embebição (BEWLEY, BLACK, 1994) e quando as sementes atingem essa fase ocorre perda da tolerância à desidratação (SENARATNA, McKERSIE, 1983; KOSTER, LEOPOLD, 1988).

Portanto, a determinação do teor de água após o condicionamento fisiológico deve ser considerada um importante parâmetro na seleção do melhor procedimento para a realização deste (CASEIRO, BENNETT, MARCOS FILHO, 2004). Se a interrupção no fornecimento de água à semente for prematura, a ativação do metabolismo pode ser insuficiente para uniformizar o desempenho da amostra; quando tardia, pode contribuir para intensificar a possibilidade de reversão dos efeitos do condicionamento (MARCOS FILHO, 2005).

A técnica tem sido utilizada principalmente em sementes de olerícolas e floríferas, devido às facilidades de aplicação do tratamento aliada à alta tecnologia de produção e ao elevado valor comercial destas culturas.

Os tratamentos de condicionamento incluem a hidratação em solução osmótica como polietilenoglicol (PEG) ou em solução salina (HEYDECKER, COOLBEAR, 1977); o condicionamento em matriz sólida, no qual as sementes são colocadas em contato com material sólido (de baixo potencial mátrico) umedecido (TAYLOR, KLEIN, WHITLOW, 1988); a hidratação em atmosfera úmida, na qual as sementes são hidratadas por meio da exposição à alta umidade relativa (VAN PIJLEN et al., 1996); a hidratação gradual com utilização de tambor rotativo (ROWSE, 1996) e a hidratação em água por um período específico de tempo (THORNTON, POWELL, 1992).

Um grande número de agentes osmóticos tem sido usado para o osmocondicionamento, incluindo os açúcares (manitol, sorbitol), polietilenoglicol, glicerol e os sais (KNO_3 , K_3PO_4 , KH_2PO_4 , NaCl) e outras soluções salinas (BRADFORD, 1986; KHAN, 1992; PARERA, CANTLIFFE, 1995).

O tipo de solução osmótica utilizada pode influenciar no sucesso da técnica, sendo que o melhor agente osmótico varia entre as espécies (WELBAUM et al., 1998). Sendo assim, o uso de soluções salinas tem gerado bons resultados em sementes cujo embrião é circundado por uma camada de tecido semipermeável, como as de melão, tomate, alface e pimentão (TAYLOR, BERESNIEWICZ, GOFFINET, 1997).

Entretanto, o uso de manitol e de outros agentes de baixo peso molecular pode promover efeitos tóxicos às sementes, por serem absorvidos e metabolizados durante a germinação (PARMAR, MOORE, 1996). Do mesmo modo, prejuízos à germinação foram relatados quando se utilizou KH_2PO_4 para o condicionamento (BROCKLEHURST, DEARMAN, DREW, 1984).

Porém, o osmocondicionamento beneficiou o desempenho das sementes de algumas espécies de *Brassica* spp., como couve de bruxelas (*Brassica oleracea* L. var. *gemmifera*), repolho (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*) e couve (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*), conforme destacaram Khan, Peck e Samimy (1980-1981) e Rao, Akers, Ahring (1987).

O polietilenoglicol (PEG) é o agente mais utilizado para o condicionamento osmótico, pois é um polímero de elevado peso molecular, inerte, não tóxico (HEYDECKER, COOLBEAR, 1977). No entanto, dificuldades com o condicionamento osmótico levaram ao desenvolvimento do condicionamento mátrico (WELBAUM et al., 1998). Neste método, as sementes são colocadas em contato com material sólido umedecido e são incubadas em câmaras fechadas por um período de tempo (PARERA, CANTLIFFE, 1995, KHAN, 1992).

Alguns estudos têm mostrado que o nível de melhoria obtido com o condicionamento mátrico é maior que o obtido com o osmocondicionamento, particularmente quando PEG é usado (KHAN, 1992).

Quanto ao método da atmosfera úmida, há dificuldade de padronização da metodologia e sensibilidade à influência de vários fatores, determinando variação acentuada dos resultados, provocando desestímulo quanto à utilização deste (MARCOS FILHO, 2005).

O método do tambor vem ganhando popularidade ao redor do mundo devido às grandes quantidades de sementes que podem ser facilmente tratadas comercialmente (WELBAUM et al., 1998). Nesta técnica as sementes são hidratadas até atingirem determinado teor de água, por um período pré-estabelecido, por meio de sua colocação dentro de um tambor rotativo horizontal dentro do qual a água é pulverizada (ROWSE, 1996; WARREN, BENETT, 1997). A comparação da germinação de sementes de alho-porró condicionadas osmoticamente ou pelo método do tambor indicou que, o método

do tambor proporcionou germinação mais rápida e mais uniforme (ROWSE, 1996). No entanto, o método do tambor não foi eficiente para o condicionamento de sementes de cebola, proporcionando redução na percentagem e velocidade de germinação em relação à testemunha (CASEIRO, BENNETT, MARCOS FILHO, 2004). Esses autores compararam a eficiência do hidrocondicionamento entre folhas de papel toalha, do osmocondicionamento em PEG 8000 e da hidratação pelo método do tambor e, concluíram que, o hidrocondicionamento foi o mais efetivo em melhorar o desempenho de sementes de cebola.

Fujikura et al. (1993) relataram que, para sementes de couve-flor, tanto o hidrocondicionamento quanto o osmocondicionamento favoreceram a velocidade de germinação de sementes não envelhecidas; porém o hidrocondicionamento apresentou a vantagem de ser mais simples, barato e não envolver reagentes ou equipamentos sofisticados.

Do mesmo modo, a embebição lenta, entre folhas de papel toalha umedecido, a 25°C, durante 48 horas, beneficiou o desempenho de sementes de feijão com idades diferentes (PANDEY, 1988). Com o decorrer do envelhecimento natural, as vantagens se tornaram mais evidentes pelos resultados obtidos nas avaliações do comprimento da raiz primária e do hipocótilo, e no teste de condutividade elétrica.

Sementes embebidas entre duas camadas de cinco folhas de papel toalha (embebição lenta) tiveram a germinação aumentada, enquanto a rápida hidratação (entre duas camadas de 1 folha de papel toalha) proporcionou decréscimo na percentagem de germinação (TILDEN, WEST, 1985).

A hidratação (imersão direta em água) com aeração complementar, a 20°C, durante 32 horas, seguida de secagem resultou em melhor desempenho de sementes de couve-flor e couve-de-bruxelas, envelhecidas e não envelhecidas (THORNTON, POWELL, 1995). O desempenho superior das sementes após a hidratação aerada, pode ser devido, em parte, ao avanço no processo germinativo e, em parte, ao reparo metabólico dos danos ocorridos durante o envelhecimento (THORNTON, POWELL, 1992).

Vários fatores estão envolvidos na eficiência do condicionamento fisiológico: o genótipo, o grau de deterioração da semente, o período de tratamento, a temperatura, o

tamanho das sementes, a velocidade de absorção de água, o grau de hidratação alcançado pelas sementes e suas partes, a aeração a secagem após o tratamento, o número de ciclos de hidratação/secagem, as condições e o período de armazenamento (MARCOS FILHO, 2005).

O potencial fisiológico inicial da semente pode influenciar sobremaneira o resultado do tratamento, ocorrendo resultados controversos quanto ao efeito do condicionamento relacionado ao potencial fisiológico das sementes.

Desse modo, efeitos benéficos do condicionamento osmótico foram mais pronunciados para sementes de melão e de aspargo de baixo potencial fisiológico (NASCIMENTO, ARAGÃO, 2004; BITTENCOURT et al., 2005).

Para sementes de couve-flor, os resultados são contraditórios quanto ao efeito do condicionamento sobre lotes de alto vigor, sendo positivo para lotes de menor vigor (THORNTON, POWELL, 1995; POWELL et al., 2000). Lotes menos vigorosos de sementes de tomate (PENÃLOZA, EIRA, 1993) e de cebola (CASEIRO, BENNETT, MARCOS FILHO, 2004) responderam melhor aos tratamentos de condicionamento.

Os lotes que apresentam maior resposta ao condicionamento são aqueles que possuem baixa percentagem de germinação e germinação lenta, como resultado do envelhecimento (BROCKLEHURST, DEARMAN, 1983; BURGASS, POWELL, 1984).

Por outro lado, durante o condicionamento atenção deve ser dispensada à utilização de sementes livres de fungos e bactérias, uma vez que as condições em que é realizado o condicionamento contribuem para o desenvolvimento de microrganismos (NASCIMENTO, WEST, 1998). Sendo assim, o tratamento fungicida é recomendável para sementes que serão submetidas ao condicionamento fisiológico (FINCH-SAVAGE, GRAY, DICKSON, 1991).

Além disso, é importante o conhecimento da curva de embebição dos lotes, para se definir a duração do tratamento. O período de embebição necessário para a emissão da raiz primária varia de acordo com a espécie, o cultivar e o potencial fisiológico do lote, sendo mais longo para os lotes de menor potencial fisiológico (CASEIRO, 2003). A embebição deve ser paralisada antes da emissão da raiz primária. De acordo com Bewley e Black (1985), à medida que o período de embebição é prolongado, o

tratamento de condicionamento se torna mais eficiente, mas o embrião torna-se mais sensível à secagem pós-tratamento.

2.1.4 Secagem das sementes após o condicionamento fisiológico

A secagem após o condicionamento é uma etapa crítica para a manutenção dos efeitos benéficos do condicionamento fisiológico. Tem por finalidade diminuir o teor de água das sementes em níveis compatíveis com o armazenamento, mantendo os efeitos benéficos do condicionamento fisiológico. Porém, em alguns trabalhos tem sido observada reversão dos efeitos benéficos do condicionamento durante a secagem (HEYDECKER, COOLBEAR, 1977).

Do mesmo modo, para sementes de algumas espécies como alho-porró (ROWSE, 1996) e cedro-rosa (CARPI, BARBEDO, MARCOS FILHO, 1996), a secagem das sementes após o condicionamento, promoveu reversão dos efeitos benéficos obtidos durante o tratamento. Em sementes de soja (ARMSTRONG, MACDONALD, 1992) e de tomate (ARGERICH, BRADFORD, TARQUIS, 1989) verificou-se, inclusive, a perda total da viabilidade das sementes com o decorrer do processo de secagem.

No entanto, alguns estudos realizados no sentido de preservar os efeitos do condicionamento após a secagem das sementes, têm alcançado sucesso. Desse modo, Eira e Marcos Filho (1990) verificaram que tanto a secagem ao ar (ambiente de laboratório, durante 48 horas) quanto em estufa (32°C durante 12 horas) não foram prejudiciais para sementes de alface, embora houvesse tendência de melhor comportamento das sementes de um dos lotes secas ao ar, em relação às secas em estufa.

As técnicas de secagem utilizadas após o condicionamento fisiológico podem ser responsáveis pela diminuição do potencial de armazenamento das sementes (BROCKLEHURST, DEARMAN, DREW, 1984; EIRA, MARCOS FILHO, 1990).

Visando beneficiar o desempenho de sementes condicionadas, durante o armazenamento, Bruggink, Ooms e Toorn (1999) utilizaram a secagem lenta, a secagem rápida, além da incubação das sementes em polietilenoglicol (PEG 8000), da incubação a temperatura de 35°C e do choque térmico, antes da secagem rápida a 20°

C e 40% UR. A similaridade entre os métodos para indução de tolerância das sementes à desidratação (BRUGGINK, TOORN, 1995) e os métodos para prevenir a redução da longevidade de sementes condicionadas, sugere que os mesmos mecanismos fisiológicos estão envolvidos e que tolerância à desidratação e longevidade das sementes são características relacionadas (BRUGGINK, OOMS, TOORN, 1999).

Esses mesmos autores afirmaram que, na secagem lenta as sementes deterioraram consideravelmente menos e também apresentaram maior percentagem de plântulas normais no teste de germinação após 23 meses de armazenamento, que aquelas submetidas à secagem rápida após o condicionamento. Também, um curto período de choque térmico (3h) poderia agir de acordo com os mesmos mecanismos, porque o choque térmico é somente efetivo quando o teor de água da semente é elevado (próximo a 38%). Além disso, todos os métodos utilizados foram mais eficientes para conservar as sementes condicionadas durante o armazenamento, que o método de secagem rápida.

A secagem rápida (estufa de circulação de ar a 20°C, 32% de umidade relativa durante três dias) após o osmocondicionamento provocou redução da percentagem de plântulas normais no teste de deterioração controlada de sementes de *Brassica oleracea*, entretanto, a secagem lenta (secagem a 30°C, 75% de umidade relativa por três dias, seguida de secagem em estufa de circulação a 20°C, 32% de umidade relativa por três dias) foi menos drástica (SOEDA et al., 2005).

Sementes de alface submetidas à secagem a 21°C e 45% de umidade relativa, após o condicionamento fisiológico, apresentaram desempenho superior às submetidas à secagem em estufa a 32°C (GUEDES, CANTLIFFE, 1980).

Entretanto, a incubação em PEG 8000 antes da secagem rápida reduziu drasticamente a germinação e o vigor de sementes de cebola condicionadas, e não ocorreram variações acentuadas entre os resultados dos processos de secagem rápida, secagem lenta, incubação em banho-maria e incubação a 35°C (CASEIRO, MARCOS FILHO, 2005). Esses autores consideraram o processo de secagem rápida como o mais adequado após o condicionamento das sementes de cebola, pois além de rápido (o período gasto foi de aproximadamente 24h), foi o procedimento de execução mais simples e objetivo.

Sementes de *Momordica charantia* L. cv. Blue Mountain Giant White submetidas à secagem lenta (95% de umidade relativa por 120 horas) após o condicionamento exibiram emergência mais rápida e proporcionaram plântulas com maior peso de massa seca que as sementes submetidas à secagem rápida (65% de umidade relativa por 48 horas) e que a testemunha. Porém, a secagem lenta proporcionou queda drástica na emergência de plântulas durante o armazenamento; a secagem rápida foi eficiente na manutenção do potencial fisiológico das sementes durante 24 semanas de armazenamento, apresentando desempenho superior ao da testemunha (LIN et al., 2005).

No entanto, sementes de alho-porró condicionadas, não apresentaram diferenças na percentagem de germinação quando secas rapidamente ou lentamente, mas houve aumento na percentagem de plântulas anormais, durante o armazenamento, quando utilizou-se a secagem (MAUDE et al., 1994).

De acordo com LIN et al. (2005), os efeitos das condições de secagem nas respostas de sementes condicionadas quanto ao vigor parece ser específico para cada espécie.

Nesse sentido, Finch-Savage (1988) e Finch-Savage e Mckee (1989) a viabilidade de sementes de algumas espécies de brássicas é preservada quando as sementes são secadas até atingirem teor de água de 11 a 16%, em estufa de circulação de ar, a 20°C e umidade relativa de 80%.

Existem controvérsias quanto à manutenção dos efeitos benéficos do condicionamento, durante o armazenamento após a secagem. Sendo assim, estudos mais aprofundados, ainda são necessários principalmente para esclarecer o comportamento das sementes condicionadas durante o armazenamento.

2.1.5 Armazenamento das sementes após o condicionamento fisiológico e a secagem

Os efeitos benéficos do condicionamento fisiológico podem ser mantidos, mesmo após a secagem, mas durante o armazenamento, geralmente há redução do potencial

de armazenamento, como observado para sementes de tomate (ARGERICH, BRADFORD, 1989) e de alface (TARQUIS, BRADFORD, 1992).

No entanto, para Heydecker, Higgins e Turner (1975), as sementes condicionadas podem ser submetidas à secagem até atingir seu conteúdo de água original e armazenadas durante várias semanas, com pequena perda dos efeitos do tratamento.

Brocklehurst, Dearman e Drew (1987) verificaram que os benefícios do condicionamento fisiológico às sementes de cebola não foram perdidos, mesmo após 12 meses de armazenamento. Resultados similares foram obtidos com sementes de alho-porró e de cebola condicionadas durante 10 dias e posteriormente armazenadas a 10°C, as quais mantiveram a viabilidade durante um ano de armazenamento (DREW, HANDS, GRAY, 1997).

Muitos fatores têm influência sobre o potencial de armazenamento das sementes condicionadas, além dos procedimentos adotados para o condicionamento fisiológico e secagem das sementes. As condições de armazenamento parecem exercer grande influência sobre a conservação das sementes submetidas ao condicionamento.

Desse modo, sementes de tomate condicionadas em polietilenoglicol e KNO_3 , retiveram a viabilidade por 12 meses, quando armazenadas a 10°C, mas a 30°C, a viabilidade foi reduzida (ALVARADO, BRADFORD, 1988). Redução na viabilidade de sementes de tomate condicionadas foi observada, após seis meses de armazenamento a 30°C; porém, a 4°C a viabilidade não foi afetada (ARGERICH, BRADFORD, TARQUIS, 1989).

Resultados semelhantes foram observados para sementes de pimentão condicionadas durante quatro dias, as quais, conservaram a viabilidade durante três anos de armazenamento, a 25°C (THANOS, GEORGHIOU, PASSAM, 1989). Do mesmo modo, sementes de milho doce, condicionadas a 10 ou 15°C conservaram a viabilidade durante 12 meses de armazenamento, a 10°C (CHIU, CHEN, SUNG, 2002). De acordo com Grzesik e Nowak (1998), sementes matricionadas podem ser armazenadas a 20°C, em ambiente com 55-60% de umidade relativa do ar, durante cinco meses, sem efeitos adversos na percentagem final e no tempo médio de germinação.

No entanto, as diferenças nos procedimentos adotados para a avaliação dos efeitos do condicionamento sobre o potencial de armazenamento das sementes pode ser a responsável pela falta de um consenso a esse respeito (WELBAUM et al., 1998). Desse modo, houve redução do potencial de armazenamento das sementes submetidas ao condicionamento fisiológico em relação às sem tratamento, quando foram utilizados testes de velocidade de germinação ou outros testes de vigor, como o de envelhecimento acelerado, para avaliação dos efeitos do tratamento (OLUOCH, WELBAUM, 1996 citados por WELBAUM, 1998). Entretanto, quando as comparações foram feitas após o armazenamento, realizado em ambiente controlado (próximo das condições ideais), ou quando utilizou-se o teste de germinação, não houve diferença no potencial de armazenamento de sementes condicionadas e não condicionadas.

Os efeitos do condicionamento sobre o potencial de armazenamento podem ser distintos de acordo com a espécie (CHIU, CHEN, SUNG, 2002). Nesse sentido, sementes de alface condicionadas apresentaram maior velocidade de germinação que as não condicionadas, mas tornaram-se suscetíveis à deterioração no armazenamento (TARQUIS, BRADFORD, 1992). No entanto, sementes de tomate submetidas ao condicionamento, apresentaram maior potencial de armazenamento que às não condicionadas (VAN PIJLEN et al., 1996; ROSSETTO, LIMA, NAKAGAWA, 2002).

Georghiou, Thanos e Passam (1987) relataram que em sementes de pimentão (*Capsicum annuum* L.), o osmocondicionamento em solução de manitol 0,4M por quatro dias retardou consideravelmente o envelhecimento das sementes, durante seis meses de armazenamento, quando comparado às sementes não condicionadas.

Para outros autores, como Hilhorst e Leprince (1998), paralelamente aos efeitos benéficos, o condicionamento pode provocar redução do período útil de armazenamento das sementes, havendo queda rápida do potencial fisiológico quando comparadas às não condicionadas. Nesse sentido, YEH et al. (2005), observaram maior percentagem de germinação de sementes de *Momordica charantia* L. submetidas ao condicionamento em relação à testemunha, no entanto, o tratamento tornou-as mais suscetíveis à deterioração durante o armazenamento prolongado.

Do mesmo modo, os efeitos dos tratamentos de hidratação-desidratação não persistiram por longo período sob condições de armazenamento em sacos de papel e em ambiente sem controle, para sementes de tomate (PEÑALOZA, EIRA, 1993).

De acordo com Tarquis e Bradford (1992) cuidados deveriam ser tomados para o armazenamento das sementes após o condicionamento, devendo, o mesmo, ocorrer dentro de ótimas condições, neste caso, os benefícios do tratamento seriam preservados.

Portanto, são necessários estudos mais aprofundados visando à identificação de procedimentos adequados para avaliação do potencial fisiológico de sementes de couve-flor. Além disso, a relação desse potencial com o desempenho das plantas e o estudo de técnicas visando à melhoria do desempenho das sementes em campo e durante o armazenamento são temas importantes.

2.2 Material e métodos

A pesquisa foi conduzida em quatro etapas, no Laboratório de Análise de Sementes e no Campo Experimental do Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo (ESALQ/ USP), em Piracicaba - SP.

A primeira etapa constou da seleção de procedimentos para a determinação do vigor de sementes de couve-flor, conduzindo-se os testes de deterioração controlada, de envelhecimento acelerado, de condutividade elétrica e de lixiviação de potássio, em duas épocas: junho a agosto de 2003 e fevereiro a abril de 2004.

A segunda constou da avaliação da possível relação entre os resultados obtidos nos testes de vigor com os de emergência de plântulas em casa de vegetação e com o desempenho das plantas em campo. Essa etapa foi constituída por dois experimentos, conduzidos de dezembro de 2003 a abril de 2004 e de outubro de 2004 a fevereiro de 2005.

Na terceira etapa, conduzida de março de 2004 a maio de 2005, foi determinada a marcha de absorção de água pelas sementes e efetuada a comparação de

procedimentos para o condicionamento fisiológico seguidos ou não pela secagem das sementes.

A quarta etapa constou da avaliação dos efeitos do condicionamento fisiológico e da secagem sobre o comportamento das sementes durante o armazenamento; foi conduzida de maio a novembro de 2005.

2.2.1 Primeira etapa: estudo de procedimentos para a determinação do vigor de sementes

Esta etapa constou da condução dos testes de deterioração controlada, de envelhecimento acelerado, de condutividade elétrica e de lixiviação de potássio. Foram utilizados seis lotes de sementes de couve-flor, híbrido Sharon, com potenciais fisiológicos distintos, produzidos no ano agrícola 2001, pela empresa Sakata Seed Sudamerica Ltda. Durante o período experimental, esses lotes permaneceram embalados em papel multifoliado e armazenados em condições controladas (20°C e 50% UR), sendo homogeneizados periodicamente. Nessa etapa, foram realizados os seguintes testes:

2.2.1.1 Determinação do grau de umidade

Realizada pelo método da estufa, a 105°C durante 24 horas, de acordo com as Regras para Análise de Sementes – RAS (BRASIL, 1992), com duas amostras de 1,0 g de sementes para cada lote. Os resultados foram expressos em percentagem média para cada lote, na base úmida.

2.2.1.2 Germinação

Utilizaram-se quatro repetições de 50 sementes para cada lote, colocadas para germinar sobre duas folhas de papel mata-borrão (tipo Germibox) umedecidas com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato, no interior de caixas plásticas (11,0 x 11,0 x 3,5cm), a 20-30°C. Foi adotado o fotoperíodo diário de oito

horas, coincidindo com a temperatura mais alta; o teste sempre foi instalado sob esta temperatura. As avaliações foram realizadas aos cinco e dez dias após a semeadura, segundo os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992). Os resultados foram expressos em percentagem média de plântulas normais para cada lote.

2.2.1.3 Velocidade de germinação

Foi avaliada durante o teste de germinação (item 2.2.1.2), realizando-se contagens diárias do número de plântulas normais, a partir do dia em que surgiram as primeiras, que foram computadas e retiradas do substrato. A avaliação foi realizada até a completa estabilização, procedendo-se ao cálculo do índice de velocidade de germinação, de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962):

IVG: $(G1 \div N1) + (G2 \div N2) + \dots + (Gn \div Nn)$, onde:

IVG: índice de velocidade de germinação

G1, G2, ... Gn : número de plântulas normais computadas em cada contagem

N1, N2, ... Nn: número de dias entre a semeadura e cada uma das contagens

Os resultados foram expressos em índices médios de velocidade de germinação para cada lote.

2.2.1.4 Deterioração controlada

Foram distribuídas 4,0 g de sementes de cada lote em camada simples sobre a tela interna adaptada (suspensa) no interior de caixas plásticas (11,0 x 11,0 x 3,5). As amostras foram umedecidas pelo método da atmosfera úmida (ROSSETTO, FERNANDEZ, MARCOS FILHO, 1995), até atingirem 20, 22 e 24% de água. Estas caixas, tampadas e contendo 40 ml de água, foram mantidas em incubadora a 20°C. Durante o umedecimento, os graus de umidade das sementes foram monitorados por pesagens sucessivas, até a obtenção dos valores desejados. Em seguida, as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos aluminizados, hermeticamente fechados e mantidos a 10°C, por cinco dias, para assegurar distribuição uniforme da água no

interior das sementes. Decorrido este período, as amostras foram colocadas em banho-maria, a 45°C por 24 horas, de acordo com metodologia descrita por Powell (1995).

O teste de germinação pós-deterioração controlada foi conduzido conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992); as avaliações foram realizadas aos cinco, seis e sete dias após a semeadura, sendo os resultados expressos em percentagem média de plântulas normais para cada lote. Determinou-se, também, o grau de umidade das sementes após o período em banho-maria.

2.2.1.5 Envelhecimento acelerado (tradicional)

Foi conduzido conforme metodologia descrita por Marcos Filho (1999b): no interior de cada compartimento individual foram adicionados 40 ml de água. As caixas plásticas com as amostras de sementes pré-pesadas (4,0 g) foram mantidas em câmara do tipo “jaquetada” de água (modelo 3015 VWR Scientific) durante 48 h e 72 h, a 41° C e a 45° C, visando estudar combinações período x temperatura.

Decorrido cada período de envelhecimento, quatro repetições de 50 sementes de cada amostra foram submetidas ao teste de germinação, utilizando o procedimento descrito no item 2.2.1.2. A avaliação foi realizada aos cinco dias após a semeadura, computando-se a percentagem de plântulas normais. Foi determinado, também, o grau de umidade das sementes antes e após o período de envelhecimento acelerado, visando avaliação da uniformidade das condições do teste.

2.2.1.6 Envelhecimento acelerado (solução saturada de NaCl)

Foi conduzido conforme procedimento descrito para o teste de envelhecimento acelerado tradicional (item 2.2.1.5); porém, foram colocados no interior de cada caixa plástica, 40 ml de solução saturada de cloreto de sódio, visando a proporcionar ambiente com 76% de umidade relativa do ar, de acordo com metodologia proposta por Jianhua e McDonald (1997). A solução saturada de cloreto de potássio foi obtida adicionando-se 40 g de NaCl a 100 ml de água destilada.

2.2.1.7 Condutividade elétrica

Foram avaliados os efeitos dos períodos de 4, 6, 8, 12 e 24 horas de embebição, de combinações número de sementes/volume de água destilada (25/25 ml; 25/50 ml; 50/50 ml, 50/75 ml). O teste foi conduzido pelo método massal, utilizando-se quatro subamostras de sementes para cada lote. As sementes foram pesadas (precisão de 0,0001g), colocadas em copos plásticos contendo água destilada e mantidas em germinador durante cada período de embebição, a 25° C. As leituras da condutividade elétrica foram realizadas em condutivímetro DIGIMED DM-31 e os valores médios, para cada lote, expressos em $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ de semente.

2.2.1.8 Lixiviação de potássio

Preliminarmente, foi estabelecida a curva de calibração do fotômetro de chama, para verificação da linearidade da curva da solução padrão utilizada (50 ppm de potássio). Esta calibração foi estabelecida por meio de regressão linear e avaliada com seis observações, sendo uma observação com água destilada ajustada para leitura zero e, as demais, realizadas com padrão de potássio de concentração conhecida e inferiores à calibração inicialmente ajustada, para verificar a linearidade da curva (CUSTÓDIO, MARCOS FILHO, 1997). O padrão estudado apresentou a linearidade com coeficiente de determinação ($R^2 = 0,9994$).

O teste de lixiviação de potássio foi conduzido de modo semelhante ao descrito para o de condutividade elétrica, utilizando-se diferentes combinações de número de sementes/volume de água (25/25 ml; 25/50 ml; 50/25 ml, 50/50 ml). Cada fase do estudo da metodologia do teste foi conduzida com quatro repetições. Utilizaram-se sementes pesadas com precisão de 0,0001g, colocadas para embeber em copos plásticos contendo água destilada, mantidos em germinador a 25°C.

As leituras foram realizadas em fotômetro de chama DIGIMED NK-2004, a cada 30 minutos, até 180 minutos de embebição. O cálculo da lixiviação de potássio foi feito pela multiplicação da leitura obtida no fotômetro de chama (K/ml) pelo volume de água

destilada (ml) e dividido pelo peso da amostra (g). Os resultados foram expressos em ppm K/g de semente.

2.2.1.9 Emergência de plântulas

Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes, distribuídas em células individuais de bandejas de poliestireno (“isopor”), contendo substrato comercial Plantimax®. As bandejas foram mantidas em casa de vegetação dotada de sistema de irrigação por microaspersão. As avaliações foram realizadas aos 14 dias após a semeadura, computando-se as plântulas normais com tamanho igual ou superior a 1,0 cm. Os resultados foram expressos em percentagem de plântulas emergidas para cada lote.

Nos testes de laboratório utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Para realização da análise estatística, os dados expressos em percentagem foram transformados em $\text{arc sen } \sqrt{x/100}$. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). O esquema da análise de variância é apresentado a seguir:

Tabela 1 - Esquema de análise de variância dos dados obtidos nos testes de germinação e vigor

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

2.2.2 Segunda etapa: estudo de relações entre resultados de testes de vigor, emergência das plântulas e desempenho das plantas em campo

Nesta etapa, o experimento de campo e os testes de laboratório foram realizados simultaneamente, de dezembro de 2003 a abril de 2004 e de outubro de 2004 a fevereiro de 2005. Foram utilizados seis lotes de sementes de couve-flor, híbrido Sharon. Durante o período experimental, as sementes permaneceram embaladas em sacos de papel multifoliado e armazenadas em condições controladas (20°C e 50% UR).

2.2.2.1 Avaliação do potencial fisiológico

No primeiro experimento, para a verificação da relação existente entre os testes de vigor, a emergência em casa de vegetação e o desempenho e produção das plantas em campo, foram utilizados os testes conduzidos na segunda época de testes da primeira etapa da pesquisa, descritos no item 2.2.1.

Para o segundo experimento, foram conduzidos os testes de germinação (velocidade e percentagem) e de emergência de plântulas seguindo metodologia descrita no item 2.2.1. Além desses, foram realizados os testes de: a) deterioração controlada (com ajuste do teor de água para 22% e avaliação aos seis dias após semeadura); b) envelhecimento acelerado com uso de solução salina (45°C/48 horas); c) envelhecimento acelerado com uso de solução salina 41°C/72 horas; d) condutividade elétrica (25 sementes embebidas em 25ml de água destilada, durante 6 horas a 25°C); e) lixiviação de potássio (25 sementes embebidas em 50ml de água destilada durante 30 minutos a 25°C), seguindo metodologia descrita no item 2.2.1, com opção por um dos procedimentos avaliados.

2.2.2.2 Avaliação do desenvolvimento e produção das plantas

As determinações para avaliação do desempenho das plantas foram realizadas em diversas etapas do desenvolvimento da cultura. Foram conduzidos dois

experimentos utilizando os mesmos procedimentos para preparo do local e avaliação das plantas.

Inicialmente, foi realizado o teste de emergência de plântulas em casa de vegetação. As mudas produzidas a partir de plântulas avaliadas nesse teste permaneceram em casa de vegetação até o momento adequado para o transplante, realizado 28 dias após a semeadura, quando apresentavam quatro folhas definitivas, segundo recomendação de Filgueira (2000).

Antes do preparo do solo foram coletadas amostras de solo da área experimental para realização da análise química. Em seguida, foi realizado o preparo do solo e formação de canteiros de 1,2m de largura. Aos 20 dias após a semeadura, aplicou-se adubo com a seguinte formulação: 4% de nitrogênio, 14% de fósforo, 7% de potássio, 12% de cálcio, 2% de magnésio e 7% de enxofre, na quantidade de 20g/bandeja de 200 células, e no dia anterior ao transplante procedeu-se à pulverização das mudas com ácido bórico (17%) em solução contendo 1g do produto comercial por litro de água. A adubação de plantio e as três adubações de cobertura foram efetuadas com base nos resultados da análise química do solo (Quadro 1). A adubação de plantio constou da aplicação de 60 kg.ha⁻¹ de N (fonte sulfato de amônio), 200 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ (fonte superfosfato simples) e 120 kg.ha⁻¹ de K₂O (fonte cloreto de potássio). Nas adubações de cobertura foram aplicados 150 kg.ha⁻¹ de N (fonte sulfato de amônio) e 60 kg.ha⁻¹ de K₂O (fonte cloreto de potássio), divididos em três aplicações realizadas aos 15, 30 e 45 dias após o transplante. Além disso, foram realizadas três adubações foliares, juntamente com a adubação de cobertura, utilizando-se ácido bórico (17%) em solução contendo 1g do produto comercial/litro de água + molibdato de sódio (39%) em solução contendo 0,5g do produto comercial/litro de água. O transplante foi realizado em janeiro no primeiro experimento e em novembro no segundo, 30 dias após a semeadura, quando as plantas apresentavam quatro folhas definitivas.

O espaçamento utilizado foi de 0,7m entre covas e de 0,6m entre fileiras de plantas. Foram utilizadas 28 plantas por parcela para avaliação do desenvolvimento e da produtividade. No segundo experimento foi necessária a realização de replantio, conduzido cinco dias após o transplante.

Características ⁽²⁾	Experimento	
	I	II
pH (CaCl ₂)	6,0 AcB	6,7 AcMB
P (mg.dm ⁻³)	27 M	497 MA
K (mmol _c .dm ⁻³)	21,2 MA	23,1 MA
Ca (cmol _c .dm ⁻³)	84,0 A	83,0 A
Mg (mmol _c .dm ⁻³)	36,0 A	43,0 A
Al (mmol _c .dm ⁻³)	0,0	0,0
H+Al (mmol _c .dm ⁻³)	16,0	16,0
SB (mmol _c .dm ⁻³)	141,2	149,1
T (mmol _c .dm ⁻³)	157,2	165,1
V (%)	90,0 A	90,0 A

Análises realizadas nos laboratórios do Departamento de Ciências do Solo (DCS) da ESALQ (USP), interpretação de acordo com Raij et al (1997). AcB = acidez baixa, AcMB = acidez muita baixa, M = teor médio, A = teor alto, MA = teor muito alto. SB = soma de bases, V = saturação por bases.

Quadro 1 - Resultados da análise química de amostras da camada de 0-20 cm de profundidade do solo utilizado, em dois experimentos⁽¹⁾

Ao longo do desenvolvimento da cultura foram realizadas capinas manuais para manejo das plantas daninhas, a cada quinzena, após o transplante. O inseticida Deltamethrin (Decis 25 CE) foi aplicado às plântulas, aos 20 dias após a semeadura, para controle de pulgão (*Brevicoryne brassicae*), seguindo-se as recomendações para a cultura 30ml/100l de água, aplicando-se 300 a 800l.ha⁻¹ (COMPÊNDIO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS, 1999). Durante a fase de germinação e emergência das plântulas foram efetuadas irrigações nos períodos da manhã e à tarde; na fase de desenvolvimento das plantas a irrigação continuou sendo realizada diariamente, porém, somente no período da tarde e, na fase final do ciclo, a mesma foi suspensa próximo da colheita. As médias mensais de precipitação e temperatura durante a condução dos experimentos de campo são apresentadas no Quadro 2.

Exp.	Mês/ano	Precipitação	Temp.máxima	Temp. mínima	Temp. Média
I	Dez/2003	139,9	30,4	19,4	24,9
	Jan/2004	196,4	29,2	18,7	23,1
	Fev/2004	194,0	29,6	18,4	24,0
	Mar/2004	79,1	29,5	17,3	23,4
	Abr/2004	92,3	29,0	17,1	23,0
II	Out/2004	156,9	27,4	16,1	21,7
	Nov/2004	105,9	29,2	17,6	23,4
	Dez/2004	99,8	29,5	18,2	23,8
	Jan/2005	238,7	29,0	20,1	24,6
	Fev/2005	67,8	31,5	18,1	24,8

Quadro 2 – Médias mensais de precipitação (mm), de temperaturas máxima, mínima e média (°C) do ambiente, nos períodos referentes aos dois experimentos de campo (Dez/2003 a Abr/2004 e Out/2004 a Fev/2005)

2.2.2.2.1 Avaliação do desenvolvimento vegetativo

As avaliações do desenvolvimento vegetativo foram realizadas em intervalos de 14 dias, a partir do 14^o dia até o 98^o dia após a semeadura (68^o dia após o transplante), sendo colhidas amostras de duas plantas por parcela, totalizando oito plantas por lote avaliado. Nas avaliações, determinaram-se a altura de plantas, o número de folhas e a massa seca da parte aérea das plantas, com exceção da avaliação realizada no 14^o dia após a semeadura, na qual não foi avaliado o número de folhas. No segundo experimento, também foi determinada a percentagem média de replantio por lote.

a) Altura de plantas

Foram tomadas medidas a partir do colo da planta até o meristema apical, com utilização de régua milimetrada, sendo os resultados expressos em centímetros (média/planta).

b) Número de folhas

Foi realizada a contagem do número de folhas das plantas utilizadas para avaliação da altura e o resultado foi dividido pelo número de plantas avaliadas, obtendo-se o número médio de folhas por planta.

c) Massa seca

Para determinação da massa seca da parte aérea das plantas, estas foram colocadas em sacos de papel e mantidas em estufa com circulação de ar, a 70°C, até atingirem peso constante. O material seco foi pesado em balança com precisão de 0,001g, obtendo-se a massa seca média (g/planta).

2.2.2.2 Avaliação da produção

A colheita foi iniciada 70 dias após o transplante (100 dias após a semeadura) das mudas e realizada a cada quatro dias, durante 16 dias, coletando-se cinco plantas/parcela que apresentavam cabeça completamente desenvolvida, com botões florais ainda unidos. Determinou-se o diâmetro da cabeça, a produção/planta, a precocidade e a produtividade.

a) Diâmetro da cabeça

O diâmetro da cabeça foi determinado medindo-se a distância entre suas extremidades, com auxílio de régua milimetrada, sendo os resultados expressos em cm.

b) Produção

A produção foi determinada por meio da pesagem das cabeças, calculando-se o peso médio por lote, sendo expressa em g/planta e convertendo-se o valor para toneladas por hectare.

2.2.2.2.3 Replântio

Foi realizada a contagem do número de covas replantadas por parcela; calculou-se então a percentagem média de replântio por lote.

2.2.2.2.4 Procedimento estatístico

Para os testes realizados em casa de vegetação (inclusive emergência de plântulas) e em campo foi utilizado o delineamento de blocos ao acaso, com seis tratamentos (lotes com diferentes níveis de vigor) e quatro repetições. Os valores de emergência de plântulas foram transformados segundo arco seno $\sqrt{x/100}$. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). O esquema da análise de variância encontra-se na Tabela 2.

Tabela 2 - Esquema de análise de variância dos dados obtidos em testes realizados em casa de vegetação e em campo

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

2.2.3 Terceira etapa: absorção de água pelas sementes, técnicas para o condicionamento fisiológico e a secagem subsequente das sementes

Para esta etapa da pesquisa foram utilizadas sementes tratadas com Iprodione (Rovral) + Thiram, na proporção de 0,8g de Rovral + 2 ml Thiram/kg de semente de couve-flor dos cultivares Teresópolis Gigante e Sharon, cada um representado por três lotes. As sementes foram provenientes da empresa Sakata Seed Sudamerica Ltda., produzidas no ano agrícola 2002 ('Sharon' e lotes 2 e 3 de 'Teresópolis Gigante') e no ano de 2001, o lote 1 do cultivar Teresópolis Gigante. Durante o período experimental os lotes permaneceram embalados em papel multifoliado e armazenados em condições controladas (20°C e 50% UR), sendo homogeneizados periodicamente.

2.2.3.1 Avaliação do potencial fisiológico inicial das sementes

Inicialmente determinou-se o grau de umidade das sementes e avaliou-se o potencial fisiológico dos lotes dos cultivares Teresópolis Gigante e Sharon. Para a avaliação do potencial fisiológico foram utilizados os testes germinação (velocidade e percentagem), de envelhecimento acelerado com uso de solução salina (45°C/48horas), de deterioração controlada (ajuste do grau de umidade para 22%, com avaliação no sexto dia após semeadura), de condutividade elétrica (25 sementes embebidas em 25 ml de água destilada durante 6 horas) e de lixiviação de potássio (25 sementes embebidas em 50 mL de água destilada durante 30 minutos), conforme descrição no item 2.2.1. Também foi conduzido o teste de emergência de plântulas, conforme item 2.2.1.9, tendo sido as bandejas mantidas em ambiente protegido, com irrigação a cada dois dias.

2.2.3.2 Absorção de água

O conhecimento da marcha de absorção de água permite calcular a quantidade de água necessária a ser aplicada para que as sementes atinjam o estágio II de

embebição (BEWLEY, BLACK, 1994), estabelecendo base para a realização do condicionamento fisiológico.

Dessa forma, esta determinação foi efetuada de acordo com o procedimento descrito por Rossetto et al. (1997), com quatro repetições de 6,0 g de sementes para cada lote. As sementes de cada repetição foram distribuídas entre duas camadas de duas folhas de papel toalha, umedecidas com água em quantidade correspondente a 2,5 vezes o peso do papel seco. Essas folhas umedecidas foram colocadas sobre telas, em caixas plásticas transparentes (11,0 x 11,0 x 3,5) contendo 40 ml de água, para manutenção de atmosfera úmida. Em seguida, foram colocadas em germinador a 20°C, sendo realizadas pesagens em intervalos de três horas, até que ocorresse a emissão da raiz primária.

A taxa de embebição foi calculada com base no peso inicial das sementes, conforme fórmula a seguir, descrita por Hampton e TeKrony (1995).

$$P_2: [(100 - A)/(100 - B)] \times P_1$$

Onde A: teor de água inicial da semente (base úmida), B: teor de água desejado, P₁: peso inicial da semente (g), P₂: peso final da semente (g).

2.2.3.3 Técnicas para o condicionamento fisiológico

Foram estudados o osmocondicionamento (embebição em solução de polietilenoglicol 6000 - PEG 6000) e o hidrocondicionamento em papel-toalha em diferentes períodos, a 20°C, em comparação com sementes não submetidas ao condicionamento (testemunha). A avaliação dos efeitos imediatos do condicionamento foi realizada por meio do teste de germinação (velocidade e percentagem), conforme procedimentos descritos em 2.2.1. Além desses, foram computados os dados da primeira contagem do teste de germinação, determinando-se a percentagem média de plântulas normais, aos cinco dias após a semeadura. Também foi obtida a percentagem de emergência das plântulas, sendo a metodologia descrita no item 2.2.1.9, tendo sido as bandejas mantidas em ambiente protegido, com irrigação a cada dois dias. Além disso, determinou-se a velocidade de emergência das plântulas, obtida pela contagem diária do número de plântulas normais, que eram computadas e retiradas do substrato.

O cálculo dos índices de velocidade de germinação e de emergência foram feitos com base na fórmula proposta por Maguire (1962), conforme o item 2.2.1.3.

2.2.3.3.1 Osmocondicionamento

Foram utilizadas soluções de PEG 6000 com potenciais osmóticos ajustados para -0,1 MPa, e -0,2 MPa, de acordo com Villela, Doni-Filho e Siqueira (1991). Para cada potencial osmótico, as sementes foram colocadas entre duas camadas de duas folhas de papel toalha, umedecidas com quantidade de solução equivalente a 2,5 vezes o peso do papel, a 20° C. As sementes permaneceram no germinador até atingirem graus de umidade de 32 e de 38% para 'Sharon' e de 34 e de 41% para 'Teresópolis Gigante'. Esses teores de água foram escolhidos com base na marcha de absorção de água; os valores mais baixos corresponderam ao início e, os mais altos, ao fim da fase II de embebição. Atingido os graus de umidade desejados, as sementes foram retiradas do substrato, lavadas em água corrente e, a seguir, submetidas a secagem superficial (sobre papel toalha) por 15 minutos, para posterior instalação do teste de germinação e determinação do grau de umidade.

2.2.3.3.2 Hidrocondicionamento

As sementes foram colocadas para embeber entre duas camadas de 1, 2 e 3 folhas de papel toalha, umedecidas com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o seu peso. Neste procedimento, as sementes foram mantidas a 20° C, até atingirem graus de umidade de 32% e 38% para 'Sharon' e de 34 e 41% para 'Teresópolis Gigante'. Atingidos os graus de umidade desejados, as sementes foram retiradas do substrato e submetidas a secagem superficial (sobre papel toalha) por 15 minutos, para posterior instalação do teste de germinação e determinação do grau de umidade.

A análise estatística dos dados foi realizada considerando-se separadamente cada cultivar, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. O esquema fatorial foi 10x3, sendo 10 tratamentos e 3 lotes, para 'Sharon'

(Tabela 3) e 9x3, sendo 9 tratamentos e 3 lotes para 'Teresópolis Gigante' (Tabela 4). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Tabela 3 - Esquema de análise de variância para os testes visando à identificação dos efeitos dos tratamentos de condicionamento fisiológico para o cultivar Sharon

Causas de variação	Graus de liberdade
Lotes (L)	2
Tratamentos (T)	9
LXT	18
Resíduo	90
Total	119

Tabela 4 - Esquema de análise de variância para os testes visando à identificação dos efeitos dos tratamentos de condicionamento fisiológico para o cultivar Teresópolis Gigante

Causas de variação	Graus de liberdade
Lotes (L)	2
Tratamentos (T)	8
LXT	16
Resíduo	81
Total	107

2.2.3.4 Técnicas para secagem das sementes após o condicionamento fisiológico

O melhor procedimento para a secagem das sementes após o condicionamento foi determinado utilizando-se sementes hidrocondicionadas entre duas camadas de duas folhas de papel toalha até atingirem grau de umidade de 38% para 'Sharon' e de

41% para 'Teresópolis Gigante'; em seguida as sementes foram submetidas a diferentes procedimentos de secagem. Para verificação dos efeitos dos tratamentos (secagem), foram incluídos outros dois tratamentos: testemunha (sementes secas - não submetidas ao condicionamento e à secagem) e sementes somente submetidas ao hidrocondicionamento.

2.2.3.4.1 Secagem rápida

Realizada em estufa com circulação de ar a 30-35°C e 40-50% de umidade relativa do ar durante aproximadamente 20 horas, até que as sementes atingissem grau de umidade em torno de 7,0%.

2.2.3.4.2 Secagem lenta

Neste tipo de secagem, as sementes condicionadas foram mantidas em câmara a 20°C e 75% de umidade relativa do ar, por 72 horas. Após este período, as sementes passaram pela secagem rápida, para assegurar a dessecação desejada (grau de umidade em torno de 7,0%).

2.2.3.4.3 Incubação

Após o hidrocondicionamento, as sementes foram submetidas à alguns procedimentos de pré-secagem, sendo em seguida expostas à secagem rápida descrita no item 2.2.3.4.1. Esses procedimentos de pré-secagem foram baseados em pesquisa desenvolvida por Bruggink, Ooms e Toorn (1999) e, visaram à aquisição de tolerância à dessecação pelas sementes, sendo descritos a seguir:

- a) Sementes condicionadas foram transferidas para 1,0 l de solução aerada de PEG 6000 (-1,8 MPa), a 8°C. Após períodos de 24, 72 e 120 horas, foram removidas da solução, lavadas em água corrente e secadas superficialmente sobre papel toalha.

- b) Sementes condicionadas foram secadas pelo método da secagem rápida por curto período de tempo (até obter um decréscimo de 3% no teor de água) e, em seguida, mantidas em recipientes plásticos tampados, a 35°C, por 48, 96 e 144 horas.
- c) Sementes condicionadas foram submetidas a choque térmico. Sementes (6g) com aproximadamente 38% de água para 'Sharon' e 41% de água para 'Teresópolis Gigante' foram lacradas em embalagem hermética de plástico e mantidas em banho-maria, a 40°C, durante uma, três e cinco horas.

Para a avaliação dos efeitos dos tratamentos, determinou-se o grau de umidade das sementes, a percentagem e a velocidade de germinação, conforme metodologia descrita em 2.2.1. Também foi computada a primeira contagem do teste de germinação, determinando-se a percentagem média de plântulas normais, aos cinco dias após a semeadura. O teste de envelhecimento acelerado com uso de solução saturada de NaCl foi conduzido conforme descrito em 2.2.1.6, com opção por um dos procedimentos estudados (45°C/48h). Determinou-se, ainda, a percentagem de emergência das plântulas, conforme descrito em 2.2.1.9, tendo sido as bandejas mantidas em ambiente protegido, com irrigação a cada dois dias. Além disso, determinou-se a velocidade de emergência de plântulas, obtida pela contagem diária do número de plântulas normais, que eram computadas e retiradas do substrato. O cálculo do índice de velocidade de emergência foi feito com base na fórmula proposta por Maguire (1962), conforme o item 2.2.1.3.

A análise estatística foi efetuada separadamente para cada cultivar, de acordo com delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. O esquema fatorial foi 13x3, sendo 13 tratamentos e 3 lotes (Tabela 5). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Tabela 5 - Esquema de análise de variância para os testes visando à identificação dos efeitos dos tratamentos de secagem após o condicionamento fisiológico

Causas de variação	Graus de liberdade
Lotes (L)	2
Tratamentos (T)	12
LXT	24
Resíduo	117
Total	155

2.2.4 Condicionamento, secagem e armazenamento das sementes

Na quarta etapa da pesquisa, foram utilizados seis lotes de sementes de couve-flor, 3 do cultivar Sharon e 3 do Teresópolis Gigante . Parte das sementes de cada lote foi submetida ao hidrocondicionamento entre duas camadas de duas folhas de papel toalha, a 20°C, até atingir grau de umidade em torno de 38% para ‘Sharon’ e, de 41% para ‘Teresópolis Gigante’, sendo, em seguida, submetidas à secagem rápida. Em seqüência, cada lote foi homogeneizado e dividido em sete partes para constituir as quatro épocas de armazenamento (0, 2, 4 e 6 meses) e os dois ambientes de armazenamento (ambiente de laboratório e condições controladas – 20°C/50%UR). As médias mensais de temperatura e umidade relativa do ar ambiente durante o armazenamento, estão relacionadas no Quadro 3. Cabe lembrar que a avaliação na época zero (antes do armazenamento) ocorreu logo após o condicionamento e secagem das sementes; portanto, nessa época, não existiam dois ambientes de armazenamento. A testemunha de cada lote foi igualmente dividida em sete partes, constituindo os mesmos tratamentos já descritos.

Mês	Temp. máxima	Temp. mínima	Temp. média	Um. relativa
Maio	28	14,2	20,6	82,6
Junho	25,9	13,0	18,8	86,0
Julho	24,5	11,3	17,5	81,3
Agosto	28,4	12,3	20,0	70,9
Setembro	26,5	14,7	20,1	83,6
Outubro	30,0	18,2	23,2	84,5
Novembro	29,1	17,0	22,4	82,5

Quadro 3 – Temperaturas médias, máximas e mínimas mensais (°C), e umidade relativa do ar (%) do ambiente durante o período de armazenamento das sementes (maio a novembro/2005)

Os parâmetros utilizados para avaliação dos efeitos dos tratamentos, foram: teste de germinação (velocidade e percentagem) e de determinação do grau de umidade das sementes, conforme descrição feita no item 2.2.1. Os testes de envelhecimento acelerado com uso de solução saturada de NaCl e de lixiviação de potássio foram conduzidos conforme descrito no item 2.2.1, com opção por um dos procedimentos estudados, uso de 45°C/48h no teste de envelhecimento e uso de 25 sementes embebidas em 50 mL de água destilada durante 30 minutos no teste de lixiviação de potássio. Além desses, foi realizado o teste de emergência de plântulas, descrito em 2.2.1.9, tendo sido as bandejas mantidas em ambiente protegido, com irrigação a cada dois dias.

A análise estatística dos dados foi realizada mediante o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. O esquema fatorial foi 4x4, sendo 4 tratamentos e 4 épocas de armazenamento (Tabela 6).

Tabela 6 - Esquema de análise de variância para os testes visando à identificação dos efeitos dos tratamentos de condicionamento fisiológico e secagem durante o armazenamento

Causas de variação	Graus de liberdade
Tratamentos	3
Épocas	3
Tratamentos x Épocas	9
Resíduo	48
Total	63

Os tratamentos foram sementes não tratadas (testemunha) armazenadas em condições controladas (TCC) e em ambiente de laboratório (TCL) e das sementes tratadas (condicionadas e secadas), armazenadas em condições controladas (CCC) e em ambiente de laboratório (CCL). As épocas de armazenamento foram os períodos de 0, 2, 4 e 6 meses. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

2.3 Resultados e discussão

2.3.1 Primeira etapa: Procedimentos para a avaliação do potencial fisiológico

Nesta etapa foram obtidos resultados de diversos procedimentos utilizados nos testes de envelhecimento acelerado, de deterioração controlada, de condutividade elétrica e de lixiviação de potássio, além da germinação e da emergência de plântulas, para avaliação do potencial fisiológico de sementes de couve-flor.

2.3.1.1 Avaliação da qualidade dos lotes

As análises da variância dos dados obtidos indicaram efeitos significativos de lotes para praticamente todos os testes conduzidos, nas duas épocas de avaliação. Foi adotado intervalo de seis meses entre as duas épocas, procurando avaliar a sensibilidade de cada teste para detectar a possível evolução do processo de deterioração das sementes, pois era esperada, na segunda época, maior variação no comportamento dos lotes.

A germinação inicial dos seis lotes de sementes era semelhante, entre 97% e 100% (Tabela 7). Na segunda época, situou-se entre 80% e 93% (Tabela 8). Houve queda da germinação, mas nas duas situações, os valores foram superiores aos mínimos estabelecidos para comercialização.

A utilização de lotes com poder germinativo elevado é recomendável para que sejam comparados os desempenhos de materiais compatíveis com as exigências estabelecidas para a comercialização (Powell, 1986; Marcos Filho, 1999a). Ao mesmo tempo, o grau de umidade inicial das sementes variou de 7,5% a 7,8%, na primeira época, e de 8,1% a 8,4% na segunda, indicando que esse parâmetro não afetou o comportamento das sementes durante os testes conduzidos (Tabelas 7 e 8). De acordo com Krzyzanowski et al.(1991) e Marcos Filho (1999b) a uniformidade no teor de água entre os lotes é essencial para a obtenção de resultados consistentes, sendo toleradas variações de até 2% no teor de água antes dos testes (MARCOS FILHO, 1999b).

Não houve variação significativa da germinação dos seis lotes de sementes, na época inicial de análise (Tabela 7). Na segunda época, o lote 4 mostrou desempenho inferior em relação aos demais (Tabela 8), não acusado pelo teste de emergência de plântulas, em ambas as épocas (Tabelas 7 e 8). Essa ausência de variações acentuadas no comportamento de lotes de sementes em testes de germinação, conduzidos em laboratório, e de emergência de plântulas, em casa de vegetação, não é incomum porque as sementes de hortaliças geralmente são expostas a condições muito favoráveis de ambiente, em ambas as situações.

Tabela 7 – Resultados dos testes de germinação (G), velocidade de germinação (VG), emergência de plântulas (EP) e grau de umidade (GU) de seis lotes de couve-flor, híbrido Sharon, referentes à 1ª época de testes

Lotes	VG (índice)	G (%)	EP (%)	GU (%)
1	12,55 bcd	99 a	100 a	7,7
2	12,17 d	98 a	98 a	7,8
3	13,22 ab	99 a	100 a	7,7
4	12,30 cd	100 a	99 a	7,6
5	13,67 a	97 a	100 a	7,8
6	13,10 abc	97 a	99 a	7,5
CV (%)	3,1	6,2	4,8	

Letras minúsculas: comparação dentro de cada coluna (Tukey, $p \leq 0,05$)

Tabela 8 – Resultados dos testes de germinação (G), velocidade de germinação (VG), emergência de plântulas (EP) e grau de umidade (GU) de seis lotes de couve-flor, híbrido Sharon, referentes à 2ª época de testes

Lotes	VG (índice)	G (%)	EP (%)	GU (%)
1	11,73 abc	90 ab	86 a	8,4
2	11,32 bc	86 ab	77 a	8,1
3	12,95 ab	93 a	83 a	8,3
4	10,70 c	80 b	84 a	8,4
5	13,35 a	93 a	84 a	8,2
6	11,33 bc	83 ab	86 a	8,1
CV (%)	6,8	6,4	5,1	

Letras minúsculas: comparação dentro de cada coluna (Tukey, $p \leq 0,05$)

A intensidade da queda das percentagens de germinação e de emergência de plântulas entre as duas épocas de testes foi semelhante para todos os lotes e causada pelo progresso natural da deterioração das sementes, mesmo com o armazenamento em câmara em que a umidade relativa e temperatura não eram muito elevadas (20°C/50%UR).

No entanto, os lotes foram separados em diferentes níveis de vigor, quando foi avaliada a velocidade de germinação (Tabelas 7 e 8). Os lotes 3 e 5 apresentaram velocidade de germinação superior à dos lotes 2 e 4, na primeira época; na segunda, apenas o lote 5 superou esses dois lotes. Essa maior sensibilidade é esperada, uma vez que, lotes de sementes com percentagens de germinação semelhantes freqüentemente mostram diferenças em suas velocidades de germinação, indicando que existem diferenças de vigor entre eles (Nakagawa, 1999).

2.3.1.2 Teste de envelhecimento acelerado

Nas Tabelas 9 e 10 encontram-se os resultados referentes aos testes de envelhecimento acelerado tradicional e com uso de solução saturada de NaCl, realizados em duas épocas de avaliação.

Os resultados do envelhecimento acelerado tradicional revelaram que a condução do teste a 45°C provocou efeitos muito drásticos. Na segunda época de condução dos testes, a exposição a essa temperatura durante 48 horas não proporcionou resultados consistentes, acarretando, inclusive, a perda da capacidade de germinação em três dos cinco lotes avaliados (Tabela 10). Por outro lado, após o período de 72 horas de envelhecimento, as sementes não germinaram (Tabela 9); por esse motivo, a combinação 45°C/72h não foi avaliada na segunda época. Esses resultados foram semelhantes aos obtidos por Hampton et al (2004) com sementes de ervilha, onde a temperatura de 45°C no teste de envelhecimento acelerado causou a perda da viabilidade após 72 horas de exposição. No entanto, discordam dos obtidos para sementes de rabanete (HAMPTON, TeKRONY, 1995), de brócolos (TEBALDI et al., 1999) e de melancia (DELOUCHE, BASKIN, 1973), nos quais foram observados resultados positivos com o uso dessa temperatura, para avaliação do vigor.

O envelhecimento acelerado a 41°C promoveu a separação dos lotes de couve-flor em diferentes níveis de vigor. Em geral, os lotes 3 e 5 foram identificados como os mais vigorosos, enquanto o lote 4 apresentou o pior desempenho, de maneira mais evidente na segunda época (Tabelas 9 e 10). Comparando-se os dois períodos de envelhecimento, no sistema tradicional, os resultados correspondentes a 48 horas de exposição foram semelhantes aos obtidos no teste de germinação conduzido na segunda época.

Os lotes estudados apresentavam graus de umidade de 33,8% a 35,9% após o envelhecimento acelerado tradicional, a 41°C/48h e 41°C/72h, respectivamente. Quando foi utilizada a temperatura de 45°C, os graus de umidade variaram de 34,8% a 36,4% e de 31,7% a 35,5%, após os períodos de 48h e 72h, respectivamente. Portanto, considerando todas as combinações temperatura/período de exposição, somente na 45°C/72h as variações do teor de água superaram o limite tolerável de 2% (MARCOS FILHO, 1999b), confirmando a consistência dos procedimentos utilizados para a condução desse teste.

Tabela 9 – Resultados dos testes de envelhecimento acelerado tradicional (EAT) e com solução salina (EASS), de seis lotes de sementes de couve-flor ‘Sharon’, a 41°C e 45°C durante 48 e 72h (1ª época de testes)

Lotes	EAT (%)				EASS (%)			
	41°C		45°C		41°C		45°C	
	48h	72h	48h	72h	48h	72h	48h	72h
1	92 b	83 c	26 c	0	92 a	90 a	92 a	73 ab
2	96 ab	92 abc	43 b	0	97 a	91 a	93 a	69 b
3	99 a	94 ab	69 a	0	96 a	96 a	96 a	84 a
4	94 b	87 bc	25 c	0	94 a	93 a	90 a	67 b
5	98 ab	96 a	78 a	5	95 a	96 a	96 a	81 a
6	94 b	92 abc	74 a	0	94 a	89 a	90 a	78 ab
CV (%)	5,1	5,2	9,6		5,4	6,6	7,1	5,8

Letras minúsculas: comparação dentro de cada coluna (Tukey, $p \leq 0,05$)

Tabela 10 – Resultados dos testes de envelhecimento acelerado tradicional (EAT) e com solução salina (EASS), de seis lotes de sementes de couve-flor ‘Sharon’, a 41°C e 45°C durante 48 e 72h (2ª época de testes)

Lotes	EAT (%)			EASS (%)			
	41°C		45°C	41°C		45°C	
	48h	72h	48h	48h	72h	48h	72h
1	92 ab	86 ab	34 a	94 a	89 ab	87 abc	89 a
2	93 ab	82 bc	0 c	95 a	85 ab	76 c	73 b
3	96 a	88 ab	2 c	97 a	95 ab	93 a	82 ab
4	83 b	68 c	0 c	89 a	85 ab	83 abc	72 b
5	94 a	94 a	17 b	95 a	96 a	93 a	82 ab
6	88 ab	83 abc	10 b	93 a	82 b	80 bc	74 b
CV (%)	6,0	7,0	28,6	6,8	7,8	7,2	5,9

Letras minúsculas: comparação dentro de cada coluna (Tukey, $p \leq 0,05$)

Os efeitos do envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl, em substituição à água, foram menos drásticos, mas, ao mesmo tempo, houve menor sensibilidade para a detecção de diferenças de vigor entre os lotes de sementes. Assim, a combinação 41°C/48h não acusou diferenças significativas, nas duas épocas de testes, o mesmo ocorrendo com 41°C/72h, na primeira época (Tabela 9). Esta, de maneira semelhante à 45°C/48h, identificou os lotes 3 e 5 como os mais vigorosos, de maneira comparável ao teste tradicional, a 41°C/48h, mas também destacaram o pior desempenho do lote 6 ou do lote 2, ambos geralmente identificados como de potencial fisiológico intermediário. Assim, os resultados mais consistentes verificados para o teste de envelhecimento acelerado com solução salina foram proporcionados pela combinação 45°C/72h. Fessel et al. (2005) relataram que, o uso da temperatura de 45°C, em combinação com o tempo de exposição de 48 horas foi eficiente para avaliar o vigor de sementes de brócolos.

As informações obtidas confirmaram a possibilidade da utilização do teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl, para detectar diferenças no

potencial fisiológico de sementes de couve-flor. Confirmando observações efetuadas em trabalhos anteriores, esse procedimento determina a absorção mais lenta e uniforme de água pelas sementes e efeitos menos drásticos que o teste tradicional, sem perda de eficiência (JIANHUA, McDONALD, 1997; PANOBIANCO, MARCOS FILHO, 2001a; TORRES, MARCOS FILHO, 2003). O grau de umidade das sementes após o envelhecimento acelerado com solução de NaCl variou de 8,9% a 11,0% considerando-se as duas temperaturas e períodos de exposição. No entanto, em contraste com trabalhos anteriores sobre esse teste (RODO, PANOBIANCO, MARCOS FILHO, 2000; PANOBIANCO, MARCOS FILHO, 2001a; TORRES, MARCOS FILHO, 2003; RODO, MARCOS FILHO, 2003; MARTINS et al., 2002; RAMOS et al., 2004), a utilização de 41°C não foi suficiente para discriminar os lotes em diferentes níveis de vigor, havendo necessidade de um aquecimento mais pronunciado para atingir a sensibilidade desejada para o teste.

2.3.1.3 Deterioração controlada

Os resultados obtidos nos testes de deterioração controlada encontram-se nas Tabelas 11 e 12. Houve, de maneira geral a indicação dos lotes 3 e 5 como os de melhor desempenho, embora, em certos casos, não diferissem dos lotes 1 ou 2 e, do lote 4 como de menor vigor. De modo geral, considerando o conjunto das duas épocas, as três intensidades de umedecimento das sementes permitiram a separação dos lotes em diferentes níveis de vigor; porém, quando as sementes foram hidratadas até atingir 24% de água, houve tendência para agrupamento das médias, o mesmo ocorrendo quando a avaliação foi realizada 7 dias após a semeadura. Por esse motivo, a avaliação de lotes com grau de umidade de 20% ou 22% foi considerada satisfatória, produzindo resultados comparáveis aos verificados nos testes de germinação e de envelhecimento acelerado. Essa também foi razão determinante da preferência da interpretação do teste de deterioração controlada aos seis dias após a semeadura dos lotes submetidos ao banho-maria, embora a variação entre as amostras tenha sido mais pronunciada quando a interpretação do teste foi realizada no quinto dia, como demonstram os valores dos coeficientes de variação (Tabelas 11 e 12).

Tabela 11 – Resultados do teste de deterioração controlada (%), de seis lotes de sementes de couve-flor ‘Sharon’, a 45°C/24h, com grau de umidade inicial de 20%, 22% e 24% e avaliações aos 5, 6 e 7 dias após semeadura (1ª época de testes)

Lotes	Teor de água (%)								
	20			22			24		
	5 dias	6 dias	7 dias	5 dias	6 dias	7 dias	5 dias	6 dias	7 dias
1	55 ab	67 ab	72 ab	46 ab	56 bc	61 bc	34 a	64 ab	71 ab
2	52 bc	68 ab	71 ab	52 ab	68 ab	71 ab	34 a	62 ab	67 b
3	66 ab	77 a	79 ab	60 a	74 a	76 ab	49 a	77 a	82 a
4	40 c	57 b	64 b	34 b	44 c	52 c	34 a	51 b	59 b
5	70 a	83 a	86 a	52 ab	74 a	81 a	49 a	78 a	83 a
6	55 ab	67 ab	69 ab	62 a	72 ab	75 ab	36 a	65 ab	70 ab
CV (%)	7,9	8,7	9,4	10,9	8,1	9,0	12,2	8,8	7,8

Letras minúsculas: comparação dentro de cada coluna (Tukey, $p \leq 0,05$)

O ajuste do grau de umidade das sementes pelo método da atmosfera úmida (ROSSETTO, FERNANDEZ, MARCOS FILHO, 1995) novamente mostrou alta eficiência. As amplitudes dos valores alcançados para os seis lotes foram de 19,6% a 20,4%, de 21,8% a 22,6% e de 23,8% a 24,3% ao final dos testes, quando os valores planejados foram de 20%, 22% e 24%, respectivamente.

Tabela 12 – Resultados do teste de deterioração controlada (%), de seis lotes de couve-flor ‘Sharon’, a 45°C/24h, com ajustes do teor de água da semente para 20%, 22% e 24% e avaliações aos 5, 6 e 7 dias após semeadura (2ª época de testes)

Lotes	Teor de água (%)								
	20			22			24		
	5 dias	6 dias	7 dias	5 dias	6 dias	7 dias	5 dias	6 dias	7 dias
1	62 b	74 b	80 ab	47 b	68 bc	78 bc	40 ab	60 b	67 bc
2	67 b	72 b	76 bc	47 b	63 c	69 cd	48 ab	73 a	77 ab
3	78 ab	84 ab	86 ab	65 ab	83 ab	88 ab	53 a	79 a	86 a
4	42 c	55 c	61 c	28 c	55 c	61 d	26 b	45 c	56 c
5	84 a	89 a	91 a	77 a	86 a	89 a	62 a	80 a	86 a
6	68 ab	79 ab	82 ab	53 b	72 abc	80 abc	42 ab	69 ab	77 ab
CV (%)	8,9	7,1	7,7	10,3	8,3	6,1	14,6	6,3	6,8

Letras minúsculas: comparação dentro de cada coluna (Tukey, $p \leq 0,05$)

2.3.1.4 Condutividade elétrica

As análises de variância indicaram diferenças significativas entre os lotes na maioria dos procedimentos estudados para o teste de condutividade elétrica (Tabelas 13 a 20). Os efeitos de lotes, nas combinações 25 sementes/25ml, com avaliação realizada na primeira época de testes, 25 sementes/50ml, com avaliação na primeira época e, a partir de 6 horas de embebição, na segunda época de testes, não foram significativos.

Tabela 13 – Resultados do teste de condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$) de seis lotes de sementes de couve-flor ‘Sharon’, utilizando 25 sementes embebidas em 25ml de água destilada, a 25°C, em quatro períodos de embebição (1ª época de testes)

Lotes	Períodos de embebição			
	4h	6h	8h	12h
1	129,97 a	157,50 a	176,46 a	194,53 a
2	145,14 a	166,31 a	181,31 a	197,68 a
3	122,89 a	136,89 a	154,83 a	168,51 a
4	180,08 a	194,16 a	219,42 a	232,25 a
5	111,60 a	129,26 a	139,16 a	159,91 a
6	170,63 a	195,44 a	220,45 a	235,66 a
CV(%)	23,9	22,7	21,4	20,4

Letras minúsculas: comparação dentro de cada coluna (Tukey, $p \leq 0,05$)

Tabela 14 – Resultados do teste de condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$) de seis lotes de sementes de couve-flor ‘Sharon’, utilizando 25 sementes embebidas em 25ml de água destilada, a 25°C, em quatro períodos de embebição (2ª época de testes)

Lotes	Períodos de embebição			
	4h	6h	8h	12h
1	177,24 ab	207,30 ab	225,36 ab	251,09 ab
2	183,43 b	206,50 ab	220,82 ab	238,84 ab
3	146,32 ab	182,28 a	201,96 a	226,63 a
4	155,00 ab	202,19 ab	230,24 ab	263,61 ab
5	123,06 a	165,27 a	186,64 a	209,07 a
6	200,98 b	240,90 b	269,14 b	303,62 b
CV (%)	15,9	11,9	11,6	11,7

Letras minúsculas: comparação dentro de cada coluna (Tukey, $p \leq 0,05$)

Tabela 15 – Resultados do teste de condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$) de seis lotes de sementes de couve-flor ‘Sharon’, utilizando 25 sementes embebidas em 50ml de água destilada, a 25°C, em quatro períodos de embebição (1ª época de testes)

Lotes	Períodos de embebição			
	4h	6h	8h	12h
1	80,25 a	96,45 a	107,50 a	122,03 a
2	84,72 a	95,31 a	109,13 a	123,21 a
3	65,74 a	77,50 a	90,10 a	102,60 a
4	77,31 a	94,56 a	105,37 a	121,80 a
5	66,04 a	78,11 a	84,35 a	96,86 a
6	88,17 a	105,61 a	118,01 a	138,82 a
CV (%)	15,4	15,4	15,6	14,4

Letras minúsculas: comparação dentro de cada coluna (Tukey, $p \leq 0,05$)

Tabela 16 – Resultados do teste de condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$) de seis lotes de sementes de couve-flor ‘Sharon’, utilizando 25 sementes embebidas em 50ml de água destilada, a 25°C, em quatro períodos de embebição (2ª época de testes)

Lotes	Períodos de embebição			
	4h	6h	8h	12h
1	102,03 ab	110,47 a	122,03 a	145,99 a
2	95,74 ab	107,20 a	110,51 a	123,13 a
3	83,59 ab	95,30 a	101,64 a	110,41 a
4	79,70 a	103,04 a	126,91 a	138,01 a
5	102,79 b	113,23 a	103,38 a	110,29 a
CV (%)	10,8	13,6	15,6	17,2

Letras minúsculas: comparação dentro de cada coluna (Tukey, $p \leq 0,05$)

Tabela 17 – Resultados do teste de condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$) de seis lotes de sementes de couve-flor ‘Sharon’, utilizando 50 sementes embebidas em 50ml de água destilada, a 25°C, em quatro períodos de embebição (1ª época de testes)

Lotes	Períodos de embebição			
	4h	6h	8h	12h
1	69,51 a	82,94 a	89,27 a	100,30 a
2	75,40 a	86,85 a	92,96 a	102,69 a
3	69,30 a	76,74 a	83,19 a	92,22 a
4	77,30 a	91,82 a	103,29 ab	115,67 ab
5	67,40 a	78,53 a	82,93 a	93,67 a
6	98,91 b	116,70 b	124,30 b	139,06 b
CV (%)	11,3	10,7	11,9	13,4

Letras minúsculas: comparação dentro de cada coluna (Tukey, $p \leq 0,05$)

Tabela 18 – Resultados do teste de condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$) de seis lotes de sementes de couve-flor ‘Sharon’, utilizando 50 sementes embebidas em 50ml de água destilada, a 25°C, em quatro períodos de embebição (2ª época de testes)

Lotes	Períodos de embebição			
	4h	6h	8h	12h
1	72,05 a	86,79 a	96,97 a	107,10 a
2	98,34 c	114,80 b	125,26 bc	134,82 bc
3	68,36 a	79,43 a	96,10 a	104,82 a
4	74,48 a	91,35 ab	101,93 a	113,99 ab
5	77,90 ab	93,07 ab	102,61 ab	112,76 ab
6	97,10 bc	115,51 b	127,36 c	141,73 c
CV (%)	10,8	12,0	9,5	9,3

Letras minúsculas: comparação dentro de cada coluna (Tukey, $p \leq 0,05$)

Tabela 19 – Resultados do teste de condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$) de seis lotes de sementes de couve-flor ‘Sharon’, utilizando 50 sementes embebidas em 75ml de água destilada, a 25°C, em quatro períodos de embebição (1ª época de testes)

Lotes	Períodos de embebição			
	4h	6h	8h	12h
1	47,35 ab	57,18 ab	62,75 ab	70,23 ab
2	49,26 ab	57,35 ab	60,60 ab	69,20 ab
3	44,64 a	52,02 a	55,27 a	62,30 a
4	54,97 bc	65,55 b	71,32 bc	81,20 b
5	44,92 a	51,44 a	53,82 a	64,38 ab
6	61,07 c	73,29 ab	82,41 c	91,02 ab
CV (%)	8,2	9,3	10,1	10,2

Letras minúsculas: comparação dentro de cada coluna (Tukey, $p \leq 0,05$)

Tabela 20 – Resultados do teste de condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$) de seis lotes de sementes de couve-flor ‘Sharon’, utilizando 50 sementes embebidas em 75ml de água destilada, a 25°C, em quatro períodos de embebição (2ª época de testes)

Lotes	Períodos de embebição			
	4h	6h	8h	12h
1	51,95 a	61,76 ab	70,34 abc	86,89 ab
2	55,27 ab	63,94 ab	82,09 bc	91,07 ab
3	53,31 ab	56,97 ab	63,19 ab	72,22 a
4	55,85 ab	61,67 ab	80,19 abc	91,09 ab
5	51,66 a	55,29 a	56,15 a	70,52 a
6	66,82 b	80,20 b	92,79 c	105,77 b
CV (%)	11,4	17,0	15,1	15,0

Letras minúsculas: comparação dentro de cada coluna (Tukey, $p \leq 0,05$)

O uso de 25 sementes em combinação com o volume de água de 25ml, geralmente detectou os lotes 3 e 5 como os de maior vigor e o lote 6 como o de pior, em todos os períodos de embebição, na segunda época de testes (Tabela 14). Os resultados foram semelhantes aos obtidos nos testes de velocidade de germinação com avaliação na 1ª época de testes (Tabela 7), velocidade e percentagem de germinação com avaliação na 2ª época (Tabela 8) e na maioria dos procedimentos estudados para os testes de envelhecimento acelerado (Tabelas 9 e 10), de deterioração controlada (Tabelas 11 e 12) e de condutividade elétrica (Tabelas 13 a 20) quanto à classificação dos lotes de desempenho superior. No entanto, somente se assemelharam aos obtidos no teste de envelhecimento acelerado com uso de solução salina 41°C/72horas (Tabela 10), quanto à classificação do lote 6 como o de menor vigor.

Entretanto, a utilização de 25 sementes não foi eficiente para classificar os lotes em diferentes níveis de vigor, em combinação com nenhum dos volumes de água e períodos de embebição estudados, na primeira época de testes (Tabelas 13 e 15). Cabe ressaltar que na primeira época, em que os coeficientes de variação foram maiores que os observados nos resultados dos demais procedimentos, verificou-se o agrupamento das médias, principalmente na combinação 25 sementes/25ml. Loeffler, TeKrony e Egli (1988), trabalhando com condutividade elétrica em sementes de soja, argumentaram que a utilização de 25 sementes proporciona aumento no coeficiente de variação, quando comparado ao uso de 50 sementes, provocando desuniformidade dos resultados.

Resultados distintos dos obtidos nos outros testes de vigor foram proporcionados pela combinação 50 sementes/50ml (Tabelas 17 e 18). Na primeira época de testes, somente verificou-se o pior desempenho do lote 6 e, na segunda, o lote 4 foi classificado como o de melhor desempenho, juntamente com os lotes 1 e 3.

No entanto, a combinação 50 sementes/75ml permitiu diferenciar os lotes de maior vigor, sendo observado melhor desempenho dos lotes 3 e 5 (Tabelas 19 e 20). Porém, quanto à classificação do lote de menor nível vigor, houve variação entre os períodos de embebição, na primeira época de testes. Diferentemente do resultado observado nas outras combinações estudadas, para o teste de condutividade elétrica, essa permitiu destacar o lote 4 como o de menor potencial fisiológico nas avaliações

realizadas após 6 e 12 horas de embebição (Tabela 19). Resultados semelhantes foram obtidos para a velocidade e a percentagem de germinação (Tabela 8) e na maioria dos procedimentos estudados para os testes de envelhecimento acelerado (Tabelas 9 e 10) e de deterioração controlada (Tabelas 11 e 12).

2.3.1.5 Lixiviação de potássio

Os dados referentes ao teste de lixiviação de potássio encontram-se nas Tabelas 21 a 28.

Para esse teste, o uso da combinação 25 sementes/25ml não foi eficiente na classificação dos seis lotes de couve-flor em diferentes níveis de vigor (Tabelas 21 e 22). Na primeira época de testes, o lote 6 apresentou o pior desempenho, nas avaliações realizadas após 30 a 120 minutos de embebição. Nessa mesma época, o lote 4 foi identificado como o de melhor desempenho, juntamente com o lote 3, nos períodos de embebição de 60, 90 e 120 minutos (Tabela 21). Esses resultados não confirmaram os obtidos nos testes de velocidade de germinação, com avaliação nas duas épocas de testes (Tabelas 7 e 8); também diferiram da germinação na 2^a época (Tabela 8) e da maioria dos procedimentos estudados para o teste de envelhecimento acelerado (Tabelas 9 e 10) e de deterioração controlada (Tabelas 11 e 12), nos quais o lote 4 foi classificado como o de pior desempenho. Na segunda época, a combinação 25 sementes/25ml somente permitiu a distinção do lote 6 como de pior nível de vigor (Tabela 22).

De maneira geral, a combinação 25 sementes/50ml (Tabelas 23 e 24), permitiu identificar os lotes 3 e 5 como os de melhor desempenho, de maneira comparável aos testes de germinação (Tabela 8), de velocidade de germinação (Tabelas 7 e 8), de envelhecimento acelerado tradicional 41°C/48h (Tabelas 9 e 10), de deterioração controlada com ajuste do teor de água para 20, 22 e 24% (Tabelas 11 e 12) e de condutividade elétrica, na maioria dos procedimentos (Tabelas 13 a 20). No entanto, de maneira similar ao teste de envelhecimento acelerado com uso de solução salina 41°C/72horas (Tabela 10) e, à maioria dos procedimentos estudados para o teste de

condutividade elétrica (Tabelas 13 a 20), houve identificação do lote 6 como o de pior desempenho.

Resultados satisfatórios foram obtidos com a utilização de 25 sementes em combinação com 25 ou 75ml de água, para avaliação do potencial fisiológico por meio do teste de lixiviação de potássio (CUSTÓDIO, MARCOS FILHO, 1997; DIAS, VIEIRA, BHÉRING, 1998; VANZOLINI, NAKAGAWA, 2003; MIRANDA et al., 2003).

Quanto ao período de embebição, a partir de 30 minutos foi possível a classificação dos lotes em diferentes níveis de vigor, sendo os resultados semelhantes aos obtidos nos períodos maiores (60 a 180 minutos). A embebição das sementes durante 30 minutos durante o teste de lixiviação de potássio tem-se mostrado eficiente para a avaliação do vigor de sementes de outras espécies como: soja (CUSTÓDIO, MARCOS FILHO, 1997), feijão (BARROS, OHSE, MARCOS FILHO, 1999), cebola (RODO, MARCOS FILHO, 2001) e milho (MIGUEL, MARCOS FILHO, 2002).

Tabela 21 – Resultados do teste de lixiviação de potássio (ppm/g) de seis lotes de sementes de couve-flor ‘Sharon’, utilizando 25 sementes embebidas em 25ml de água destilada, a 25°C, em seis períodos de embebição (1ª época de testes)

Lotes	Períodos de embebição					
	30 min	60 min	90 min	120 min	150 min	180 min
1	331,01 ab	460,87 ab	590,78 ab	717,38 ab	860,48 a	987,67 a
2	345,64 ab	488,73 ab	639,00 ab	771,50 ab	907,81 a	1029,74 a
3	302,11 a	443,33 a	577,76 a	694,86 a	815,29 a	921,99 a
4	322,43 ab	446,31 a	570,03 a	697,09 a	833,87 a	951,09 a
5	349,70 ab	496,34 ab	632,94 ab	762,81 ab	902,71 a	1012,63 a
6	433,23 b	593,09 b	752,93 b	902,15 b	1054,89 a	1126,13 a
CV (%)	16,5	11,1	11,5	11,5	12,3	14,5

Letras minúsculas: comparação dentro de cada coluna (Tukey, $p \leq 0,05$)

Tabela 22 – Resultados do teste de lixiviação de potássio (ppm/g) de seis lotes de sementes de couve-flor ‘Sharon’, utilizando 25 sementes embebidas em 25ml de água destilada, a 25°C, em seis períodos de embebição (2ª época de testes)

Lotes	Períodos de embebição					
	30 min	60 min	90 min	120 min	150 min	180 min
1	338,19 a	444,15 a	573,66 a	694,20 a	797,11 a	900,13 a
2	362,58 ab	484,81 a	619,66 ab	741,92 ab	834,69 a	927,42 a
3	280,96 a	391,75 a	502,60 a	613,27 a	692,28 a	787,19 a
4	315,20 a	431,24 a	559,10 a	674,91 a	778,83 a	894,72 a
5	290,19 a	414,07 a	525,85 a	637,59 a	731,18 a	830,84 a
6	456,80 b	633,96 b	787,41 b	940,92 b	1063,68 b	1193,08 b
CV (%)	13,5	13,4	13,1	12,5	12,2	12,3

Letras minúsculas: comparação dentro de cada coluna (Tukey, $p \leq 0,05$)

Tabela 23 – Resultados do teste de lixiviação de potássio (ppm/g) de seis lotes de sementes de couve-flor ‘Sharon’, utilizando 25 sementes embebidas em 50ml de água destilada, a 25°C, em seis períodos de embebição (1ª época de testes)

Lotes	Períodos de embebição					
	30 min	60 min	90 min	120 min	150 min	180 min
1	376,51 ab	567,86 ab	708,41 ab	854,81 ab	1001,54 ab	1142,09 ab
2	406,52 ab	619,99 ab	771,49 ab	909,45 ab	1047,84 ab	1165,49 ab
3	326,86 a	476,72 a	606,36 a	715,44 a	844,60 a	953,68 a
4	415,48 ab	593,72 ab	745,63 ab	884,44 ab	1035,94 ab	1168,07 ab
5	350,14 a	508,36 a	627,08 a	758,94 a	877,72 a	970,06 a
6	514,93 b	712,87 b	875,50 b	1031,17 b	1172,42 b	1314,47 b
CV (%)	15,2	14,5	13,7	13,0	12,6	11,8

Letras minúsculas: comparação dentro de cada coluna (Tukey, $p \leq 0,05$)

Tabela 24 - Resultados do teste de lixiviação de potássio (ppm/g) de seis lotes de sementes de couve-flor 'Sharon', utilizando 25 sementes embebidas em 50ml de água destilada, a 25°C, em seis períodos de embebição (2ª época de testes)

Lotes	Períodos de embebição					
	30 min	60 min	90 min	120 min	150 min	180 min
1	358,32 ab	534,39 ab	663,62 ab	792,86 ab	898,64 ab	992,38 ab
2	401,15 b	623,36 bc	765,26 b	888,70 b	1001,78 ab	1098,45 ab
3	330,66 a	530,98 ab	662,17 ab	793,51 ab	899,66 ab	987,22 ab
4	388,24 ab	558,16 ab	697,75 ab	843,23 ab	964,65 ab	1061,63 ab
5	325,98 a	470,95 a	537,42 a	682,39 a	785,15 a	857,31 a
6	502,90 c	692,25 c	796,93 b	986,74 b	1124,20 b	1209,56 b
CV (%)	8,0	10,1	10,9	11,0	10,9	11,0

Letras minúsculas: comparação dentro de cada coluna (Tukey, $p \leq 0,05$)

Tabela 25 - Resultados do teste de lixiviação de potássio (ppm/g) de seis lotes de sementes de couve-flor 'Sharon', utilizando 50 sementes embebidas em 25ml de água destilada, a 25°C, em seis períodos de embebição (1ª época de testes)

Lotes	Períodos de embebição					
	30 min	60 min	90 min	120 min	150 min	180 min
1	219,96 a	381,92 a	514,19 a	625,05 a	740,90 a	835,09 a
2	326,93 b	506,35 a	672,35ab	793,10 ab	932,28 ab	1032,90 ab
3	294,41 ab	451,86 a	593,93 a	698,33 a	814,72 a	913,99 a
4	283,51 ab	428,69 a	582,24 a	695,67 a	810,75 a	910,83 a
5	284,54 ab	425,18 a	560,56 a	665,42 a	772,05 a	863,43 a
6	458,18c	662,73 b	832,03 b	980,83 b	1112,94 b	1224,56 b
Cv (%)	13,8	12,4	12,2	12,0	11,5	11,7

Letras minúsculas: comparação dentro de cada coluna (Tukey, $p \leq 0,05$)

Tabela 26 - Resultados do teste de lixiviação de potássio (ppm/g) de seis lotes de sementes de couve-flor 'Sharon', utilizando 50 sementes embebidas em 25ml de água destilada, a 25°C, em seis períodos de embebição (2ª época de testes)

Lotes	Períodos de embebição					
	30 min	60 min	90 min	120 min	150 min	180 min
1	241,51 a	375,53 a	490,43 a	595,01 a	696,67 a	793,90 abc
2	325,55 b	472,86 bc	606,59 bc	727,95 b	834,14 bc	940,29 cd
3	248,03 a	376,65 a	486,43 a	586,75 a	674,54 a	766,99 a
4	272,19 ab	448,49 abc	569,50 abc	683,09 ab	807,08 abc	931,11 bcd
5	251,02 a	402,65 ab	509,89 ab	604,89 a	702,95 ab	791,83 ab
6	282,51 ab	502,92 c	636,22 c	755,98 b	882,44 c	1003,63 d
CV(%)	11,7	9,6	8,9	8,3	8,0	7,5

Letras minúsculas: comparação dentro de cada coluna (Tukey, $p \leq 0,05$)

Tabela 27 - Resultados do teste de lixiviação de potássio (ppm/g) de seis lotes de sementes de couve-flor 'Sharon', utilizando 50 sementes embebidas em 50ml de água destilada, a 25°C, em seis períodos de embebição (1ª época de testes)

Lotes	Períodos de embebição					
	30 min	60 min	90 min	120 min	150 min	180 min
1	288,50 a	470,90 a	636,65 a	762,73 a	875,49 a	974,97 a
2	337,65 a	532,03 a	699,13 ab	828,60 ab	947,91 ab	1050,31 a
3	294,29 a	472,81 a	626,90 a	742,55 a	851,19 a	949,14 a
4	320,39 a	506,57 a	640,55 a	761,36 a	878,83 a	973,51 a
5	333,55 a	505,36 a	633,25 a	740,98 a	842,03 a	932,90 a
6	477,48 a	705,93 b	862,86 b	991,40 b	1123,37 b	1230,21 a
CV (%)	14,3	11,9	11,2	10,2	9,4	13,9

Letras minúsculas: comparação dentro de cada coluna (Tukey, $p \leq 0,05$)

Tabela 28 - Resultados do teste de lixiviação de potássio (ppm/g) de seis lotes de sementes de couve-flor 'Sharon', utilizando 50 sementes embebidas em 50ml de água destilada, a 25°C, em seis períodos de embebição (2ª época de testes)

Lotes	Períodos de embebição					
	30 min	60 min	90 min	120 min	150 min	180 min
1	348,35 a	493,04 a	640,71 a	741,14 a	853,37 a	927,20 a
2	405,69 ab	542,92 a	689,34 ab	796,17 ab	899,80 a	972,99 a
3	359,44 a	506,35 a	618,84 a	718,84 a	812,58 a	875,08 a
4	376,10 a	539,86 a	691,45 ab	806,67 ab	921,88 ab	994,65 ab
5	319,91 a	486,46 a	626,86 a	712,90 a	816,98 a	884,28 a
6	479,60 b	670,69 b	808,23 b	929,03 b	1059,94 b	1140,48 b
CV (%)	11,0	9,3	7,9	8,0	7,7	7,7

Letras minúsculas: comparação dentro de cada coluna (Tukey, $p \leq 0,05$)

Pelos resultados obtidos com o uso da combinação 50 sementes/25ml foi observado que o lote 6 destacou-se com o pior nível de vigor, nas duas épocas de testes (Tabelas 25 e 26). Na segunda época, os lotes 1 e 3 apresentaram desempenho superior aos lotes 2 e 6.

Quanto ao uso de 50 sementes embebidas em 50ml, somente foi possível a distinção do lote 6 como o de pior desempenho (Tabelas 27 e 28), com exceção da avaliação realizada após 120 minutos de embebição na segunda época de testes (Tabela 28). Nesta avaliação, foi possível classificar além do lote 6 como o de pior desempenho, os lotes 1, 3 e 5 como os de melhor desempenho.

2.3.1.6 Considerações gerais

Os testes de envelhecimento acelerado tradicional, a 41°C durante 48 horas, de envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl, a 45°C durante 72 horas, e

de deterioração controlada (sementes com grau de umidade inicial de 20% ou 22%, a 45°C, durante 24 horas) demonstraram sensibilidade suficiente para a avaliação do potencial fisiológico de sementes de couve-flor. Os lotes 3 e 5 destacaram-se com melhor desempenho.

Da mesma forma, a utilização da combinação 50 sementes/75ml de água permitiu a separação de lotes em diferentes níveis de vigor, por meio do teste de condutividade elétrica; de modo geral, os lotes 3 e 5 apresentaram desempenho superior ao do lote 6. A eficiência do uso dessa combinação, foi verificada para avaliação do vigor de sementes de cebola (TORRES et al., 1998), de quiabo (DIAS, VIEIRA, BHÉRING, 1998) e de tomate (CASTRO et al., 2003). Resultado semelhante ao do teste de condutividade elétrica foi observado com o uso do procedimento 25 sementes/50ml de água para o teste de lixiviação de potássio.

2.3.2 Segunda etapa – Estudo de relações entre o potencial fisiológico das sementes e a emergência de plântulas, desenvolvimento e produção das plantas em campo

Nesta etapa foram estudadas relações entre o potencial fisiológico das sementes, determinado em laboratório, com a emergência e o desempenho de plântulas e plantas em casa de vegetação (avaliações realizadas aos 14 e 28 dias após a semeadura) e com o desempenho das plantas em campo; neste caso, conduziram-se ensaios em dois anos consecutivos.

No primeiro experimento os resultados obtidos em campo foram comparados aos dos testes realizados em laboratório, conduzidos na segunda época da primeira etapa da pesquisa; no segundo experimento, alguns dos procedimentos dos testes realizados na primeira etapa, foram novamente conduzidos para comparação dos resultados com os obtidos em casa de vegetação e em campo.

2.3.2.1 Avaliação do potencial fisiológico (Experimento I)

Observaram-se diferenças significativas entre os lotes, quanto ao potencial fisiológico na segunda época de testes, na primeira etapa da pesquisa (Tabelas 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26 e 28). Pelos resultados dos testes de laboratório verificou-se melhor desempenho dos lotes 3 e 5 e pior desempenho do lote 6 nos testes de condutividade elétrica (Tabelas 14, 16, 18 e 20) e lixiviação de potássio (Tabelas 22, 24, 26 e 28) ou do lote 4 nos testes de germinação (velocidade e percentagem – Tabela 8) e de deterioração controlada (Tabela 12). No teste de emergência de plântulas não foram detectadas diferenças significativas entre os lotes (Tabela 8).

2.3.2.2 Avaliação do desempenho das plântulas e plantas (Experimento I)

O resultado obtido no teste de emergência de plântulas (Tabela 8) prevaleceu nas avaliações da altura e massa de matéria seca das plantas, realizadas durante os diferentes estádios de desenvolvimento dessas (Tabelas 29 e 30), não sendo observadas diferenças significativas entre os lotes. Os testes de envelhecimento acelerado com uso de solução salina, 41°C/48h (Tabela 10) e o de condutividade elétrica com uso da combinação 25 sementes/50ml de água (Tabela 16) produziram resultados semelhantes.

No entanto, as diferenças de potencial fisiológico entre os lotes, detectadas nos testes de germinação (velocidade e percentagem - Tabela 8), de envelhecimento acelerado nos demais procedimentos estudados (Tabela 10), de deterioração controlada (Tabela 12), de condutividade elétrica (Tabelas 14, 18 e 20) e de lixiviação de potássio (Tabelas 22, 24, 26 e 28) não se manifestaram na avaliação da altura e massa de matéria seca das plantas.

Tabela 29 - Resultados de altura de plantas (cm), obtidos em seis lotes de couve-flor 'Sharon', em 7 épocas de avaliação, no primeiro ano experimental

Lotes	Épocas de avaliação						
	14d	28d	42d	56d	70d	84d	98d
1	2,0 a	2,7 a	3,6 a	6,3 a	10,4 a	14,2 a	19,5 a
2	1,9 a	2,9 a	4,0 a	6,2 a	10,1 a	16,1 a	22,6 a
3	2,0 a	2,9 a	2,8 a	6,4 a	9,6 a	13,9 a	19,5 a
4	2,2 a	3,5 a	4,1 a	5,7 a	11,2 a	13,6 a	19,4 a
5	2,2 a	3,0 a	4,2 a	6,4 a	10,1 a	14,9 a	19,1 a
6	1,8 a	3,4 a	4,0 a	6,8 a	10,8 a	13,9 a	20,5 a
CV (%)	18,4	14,5	20,4	11,7	11,1	11,2	13,4

Letras minúsculas: comparação dentro de cada coluna (Tukey, $p \leq 0,05$)

Tabela 30 – Resultados de massa de matéria seca (g), obtidos em seis lotes de couve-flor 'Sharon', em 7 épocas de avaliação, no primeiro ano experimental

Lotes	Épocas de avaliação						
	14d	28d	42d	56d	70d	84d	98d
1	0,037 a	0,089 a	0,409 a	7,407 a	49,618 a	107,839 a	241,814 a
2	0,024 a	0,074 a	0,483 a	6,847 a	44,388 a	150,723 a	344,000 a
3	0,029 a	0,078 a	0,326 a	8,801 a	40,224 a	108,620 a	211,566 a
4	0,030 a	0,122 a	0,611 a	6,353 a	51,599 a	102,584 a	241,775 a
5	0,026 a	0,084 a	0,503 a	7,314 a	45,611 a	117,751 a	250,982 a
6	0,023 a	0,082 a	0,684 a	8,616 a	51,708 a	106,675 a	216,970 a
CV(%)	29,9	25,6	35,0	29,9	22,4	35,8	22,9

Letras minúsculas: comparação dentro de cada coluna (Tukey, $p \leq 0,05$)

Provavelmente nessa fase da pesquisa não existiam diferenças suficientemente acentuadas entre os lotes quanto ao vigor. Segundo Burris (1976) as diferenças de

vigor entre as amostras devem ser suficientemente amplas para que se manifestem em condições de campo. Além disso, as mudas foram formadas em casa de vegetação, ocorrendo o favorecimento do seu desenvolvimento pela ausência de condições ambientais adversas, que pudessem ser superadas ou atenuadas pelo uso de sementes mais vigorosas. O comportamento semelhante, em campo, de lotes com alto poder germinativo, mas diferentes quanto ao vigor, ocorre com frequência, desde que as condições de ambiente sejam adequadas (MARCOS FILHO, 1999a).

Verificaram-se diferenças entre os lotes quanto ao número de folhas por planta aos 28 e 98 dias após a semeadura (Tabela 31), porém, a classificação dos lotes não foi a mesma observada nos testes de vigor. Aos 28 dias observou-se pior desempenho do lote 5 em relação ao dos lotes 1, 2 e 4; esses resultados são discordantes dos obtidos no teste de germinação (velocidade e percentagem) (Tabela 8), de envelhecimento acelerado (Tabela 10) e de deterioração controlada (Tabela 12), nos quais o lote 5 foi identificado como o de melhor desempenho, juntamente com o 3.

Aos 98 dias, o lote 2 apresentou maior número de folhas que o lote 4. Nos testes de vigor observou-se comportamento intermediário do lote 2, e o lote 4 apresentou o pior desempenho nos testes de envelhecimento acelerado tradicional (41°C/48h - Tabela 10) e de deterioração controlada. Nas demais épocas de avaliação (42, 56, 70 e 84 dias após a semeadura), não foram observadas diferenças significativas entre os lotes, quanto ao número de folhas por planta.

As diferenças iniciais entre os lotes quanto ao número de folhas podem ter sido devidas ao estresse causado pelo transplante, pois o número de folhas depende do cultivar, da temperatura, do estresse causado por transplante e do estado nutricional da planta (BOOIJ, 1987; KIMOTO, 1993). Porém, essas diferenças foram superadas durante o desenvolvimento da planta, não se manifestando na produção (Tabela 32). Resultados semelhantes foram obtidos por Lingegowda e Andrews (1973), os quais relataram que o vigor das sementes não influenciou a produção final de repolho.

O diâmetro da cabeça variou de 19,58 cm para o lote 1 a 20,33 cm para o lote 3. A produtividade variou de 18,5 a 21,3 t/ha entre os lotes, sendo razoável para a cultura, cuja produtividade normal se situa entre 8 a 16 ton/ha (FAHL et al., 1998), mas, pode superar 30 t/ha (FILGUEIRA, 2000).

Verificou-se, nesse primeiro experimento, que o vigor das plantas não influenciou o desenvolvimento das plantas e a produção de couve-flor.

Tabela 31 – Resultados de número de folhas, obtidos em seis lotes de couve-flor ‘Sharon’, em 6 épocas de avaliação, no primeiro ano experimental

Lotes	Épocas de avaliação					
	28d	42d	56d	70d	84d	98d
1	4,3 a	6,4 a	10,5 a	20,0 a	27,4 a	35,4ab
2	4,1 a	6,6 a	11,0 a	19,6 a	29,4 a	37,1 a
3	3,6 ab	5,8 a	11,6 a	19,9 a	27,4 a	34,8 ab
4	4,0 a	6,3 a	10,1 a	20,3 a	24,6 a	33,0 b
5	3,0 b	7,0 a	10,8 a	20,4 a	29,4 a	36,8 ab
6	3,6 ab	7,1 a	11,3 a	21,3 a	27,6 a	33,9 ab
CV(%)	10,5	15,1	7,1	10,4	10,3	5,0

Letras minúsculas: comparação dentro de cada coluna (Tukey, $p \leq 0,05$)

Tabela 32 – Resultados de diâmetro de cabeça e de produção por planta, e por área, obtidos em seis lotes de couve-flor ‘Sharon’, no primeiro ano experimental

Lotes	Diâmetro de Cabeça	Produção	
	(cm)	(g/planta)	(t/ha)
1	19,58 a	856 a	20,4 a
2	20,05 a	893 a	21,3 a
3	20,33 a	801 a	18,5 a
4	19,93 a	850 a	19,1 a
5	20,25 a	869 a	20,7 a
6	19,90 a	861 a	20,5 a
CV(%)	4,4	10,8	12,8

Letras minúsculas: comparação dentro de cada coluna (Tukey, $p \leq 0,05$)

2.3.2.3 Avaliação do potencial fisiológico (Experimento II)

Neste experimento foi determinado o grau de umidade das sementes, e avaliadas a velocidade e percentagem de germinação, a percentagem de emergência de plântulas em casa de vegetação, a percentagem de plântulas normais no teste de deterioração controlada com ajuste do teor de água para 22% e avaliação no sexto dia após a sementeira, a percentagem de plântulas normais no teste de envelhecimento acelerado com uso de solução salina, a 45°C, durante 48 horas e a 41°C/72horas, a condutividade elétrica com uso de 25 sementes embebidas em 25 ml de água e a lixiviação de potássio com a utilização da combinação 25 sementes/50ml de água.

O grau de umidade inicial das sementes variou de 6,5 para o lote 1 a 7,3 para o lote 3; após o envelhecimento acelerado essa variação situou-se entre 9,1 para o lote 3 e 9,7 para o lote 2. Após a o banho-maria, no teste de deterioração controlada, situou-se entre 21,9 para o lote 3 e 22,8 para o lote 4.

De maneira geral, os lotes 3 e 5 apresentaram maior nível de vigor nos testes para avaliação do potencial fisiológico (Tabela 33). Observou-se que o lote 4 apresentou o pior desempenho quanto à velocidade de germinação, a percentagem de plântulas normais no teste de deterioração controlada e a percentagem de plântulas normais no teste de envelhecimento acelerado nos dois procedimentos estudados.

Como no primeiro ano experimental, não foram observadas diferenças significativas entre os lotes no teste de emergência de plântulas. No entanto, verificou-se que os lotes 4 e 6 apresentaram percentagem média de plântulas normais inferior a dos demais, correspondendo a 71% e 67%, respectivamente, enquanto a dos outros lotes variou de 81 a 86%.

Nos testes de lixiviação de potássio e de condutividade elétrica observou-se de maneira geral, desempenho numericamente inferior dos lotes 6 e 2, e numericamente superior do lote 5.

Tabela 33 – Resultados obtidos nos testes de velocidade de germinação (VG), de germinação (G), de emergência de plântulas (E), de deterioração controlada (DC), de envelhecimento acelerado com uso de NaCl (EAS 1 - 45°C/48h e EAS 2 - 41°C/72h), de condutividade elétrica (CE) e de lixiviação de potássio (LIX.K), em seis lotes de sementes de couve-flor ‘Sharon’, no segundo ano experimental

Lotes	Testes							
	VG (Índice)	G	E	DC (%)	EAS 1	EAS 2	CE (μ S/cm/g)	LIX.K (ppm/g)
1	12,45 a	94 a	81 a	37 ab	91 a	84 ab	176,31 a	330,49 a
2	12,38 a	94 a	82 a	32 ab	86 ab	84 ab	198,06 a	413,68 a
3	12,46 a	97 a	83 a	43 ab	94 a	95 a	188,11 a	321,93 a
4	10,63 b	88 a	71 a	25 b	79 b	72 b	188,61 a	359,31 a
5	12,56 a	95 a	86 a	49 a	91 a	91 a	176,97 a	294,55 a
6	11,98 ab	92 a	67 a	50 a	85 ab	81 ab	225,21 a	403,12 a
CV(%)	6,1	8,9	10,7	13,3	6,0	8,0	21,8	18,0

Letras minúsculas: comparação dentro de cada coluna (Tukey, $p \leq 0,05$)

2.3.2.4 Avaliação do desenvolvimento e da produção das plantas em campo (Experimento II)

Os dados apresentados a seguir são referentes à avaliação do desempenho das plântulas e plantas e da produção para cada lote estudado, no segundo experimento (Tabelas 34 a 37).

Diferenças significativas entre os lotes, foram observadas aos 28 e 42 dias após a semeadura, referentes à altura e número de folhas por planta (Tabelas 34 e 35). O lote 2 apresentou plantas mais altas que as do lote 6, nas avaliações realizadas aos 28 e 42 dias após a semeadura (Tabela 34). Quanto à avaliação do número médio de

folhas, as plantas do lote 3 se destacaram com maior número que as do lote 6, aos 28 dias após a semeadura, e que as do lote 1, aos 42 dias após a semeadura (Tabela 35).

Tabela 34 – Resultados de altura de plantas (cm), obtidos em seis lotes de couve-flor ‘Sharon’, em 7 épocas de avaliação, no segundo ano experimental

Lotes	Épocas de avaliação						
	14d	28d	42d	56d	70d	84d	98d
1	1,2 a	2,6 abc	2,9 ab	5,0 a	8,9 a	14,8 a	23,4 a
2	1,2 a	3,3 a	3,2 a	5,2 a	11,4 a	15,2 a	24,0 a
3	1,3 a	2,8 ab	2,7 ab	4,9 a	10,0 a	15,1 a	23,8 a
4	1,1 a	2,9 ab	2,5 ab	4,7 a	10,0 a	15,1 a	24,3 a
5	1,1 a	2,3 bc	2,5 ab	4,8 a	10,0 a	14,7 a	23,1 a
6	1,3 a	1,8 c	2,3 b	4,5 a	9,6 a	14,0 a	23,4 a
CV(%)	24,0	14,8	13,4	9,4	11,6	6,2	12,2

Letras minúsculas: comparação dentro de cada coluna (Tukey, $p \leq 0,05$)

Tabela 35 - Resultados de número de folhas, obtidos em seis lotes de couve-flor ‘Sharon’, em 6 épocas de avaliação, no segundo ano experimental

Lotes	Épocas de avaliação					
	28d	42d	56d	70d	84d	98d
1	4,4 ab	4,3 b	9,4 a	14,4 a	23,8 a	25,6 a
2	4,3 ab	6,1 ab	10,3 a	17,4 a	24,6 a	24,9 a
3	4,5 a	6,6 a	9,3 a	15,5 a	24,5 a	25,6 a
4	4,1 ab	5,5 ab	9,5 a	15,6 a	21,1 a	24,4 a
5	3,9 ab	5,9 ab	9,5 a	15,6 a	25,1 a	25,1 a
6	3,5 b	5,0 ab	8,5 a	14,6 a	20,6 a	24,9 a
CV(%)	9,3	14,8	11,1	13,0	9,2	7,1

Letras minúsculas: comparação dentro de cada coluna (Tukey, $p \leq 0,05$)

De maneira geral, os lotes 4 e 6, que apresentaram o pior desempenho nos testes de laboratório, foram os que apresentaram maior percentagem de replantio e atraso do desenvolvimento das plantas, refletindo-se no menor diâmetro das cabeças das plantas do lote 6. No entanto, essas diferenças não permaneceram na avaliação da produção.

Com base nesses resultados, verificou-se que o vigor das sementes de couve-flor interferiu no desenvolvimento inicial da cultura, porém, essas diferenças não foram suficientes para afetar a produção.

Não houve variação entre os lotes quanto ao desempenho das plantas, avaliado pela massa de matéria seca (Tabela 36).

Tabela 36 - Resultados de massa de matéria seca (g), obtidos em seis lotes de couve-flor 'Sharon', em 7 épocas de avaliação, no segundo ano experimental

Lotes	Épocas de avaliação						
	14d	28d	42d	56d	70d	84d	98d
1	0,0045 a	0,1349 a	0,2470 a	4,0279 a	36,5213 a	151,7638 a	226,9913 a
2	0,0113 a	0,1391 a	0,3805 a	5,3141 a	54,2263 a	169,0375 a	200,4975 a
3	0,0090 a	0,1379 a	0,3992 a	3,7618 a	44,6400 a	159,2075 a	222,8275 a
4	0,0072 a	0,1481 a	0,2660 a	2,8393 a	45,2275 a	133,7913 a	223,0750 a
5	0,0077 a	0,0937 a	0,2630 a	4,0589 a	48,8075 a	144,1458 a	219,3050 a
6	0,0067 a	0,0635 a	0,2271 a	3,8918 a	45,4888 a	123,6988 a	206,6575 a
	57,0	33,5	31,9	34,8	37,7	16,7	9,0

Letras minúsculas: comparação dentro de cada coluna (Tukey, $p \leq 0,05$)

Powell, Thornton, Mitchell (1991), trabalhando com sementes de brássicas, inclusive de couve-flor, destacaram que sementes menos vigorosas promovem a produção de plântulas menores e com maior variação na altura no estágio de primeira folha, em relação às sementes mais vigorosas. Esses mesmos autores observaram grande variabilidade no peso fresco e seco de plântulas produzidas a partir de

sementes de baixo vigor, embora a média de peso diferisse pouco daquelas produzidas a partir de sementes de alto vigor.

Nesse mesmo sentido Lingegowda e Andrews (1973), observaram que sementes com menor potencial fisiológico proporcionaram menor emergência de plântulas, plantas com menor acúmulo de matéria seca de folhas e raízes de menor diâmetro e comprimento, em nabo.

Rodo e Marcos Filho (2003) verificaram que o desenvolvimento inicial, avaliado pela altura e peso de matéria seca, de plantas de cebola foi afetado pelo vigor das sementes, principalmente quando as diferenças no potencial fisiológico tornaram-se mais amplas, como resultado da deterioração durante o armazenamento. De forma semelhante, neste trabalho, houve influência do vigor das sementes sobre o desenvolvimento inicial das plantas, avaliado pela altura da planta e número de folhas, quando as diferenças de potencial fisiológico entre os lotes tornaram-se mais acentuadas, devido à deterioração ocorrida durante o armazenamento.

Houve diferenças marcantes entre os lotes quanto à percentagem de replantio, apesar de não existir diferença significativa (Tabela 37). Os lotes 4 e 6 tiveram média de 46% e 37% de replantio, respectivamente, enquanto nos outros lotes esse número variou de 16% para o 2, a 28% para o 5.

Vale ressaltar que esses mesmos lotes (4 e 6) apresentaram menor velocidade de germinação e menores valores numéricos no teste de emergência de plântulas, que os demais lotes (Tabela 33). Do mesmo modo, os testes de envelhecimento acelerado solução salina 45°C/48horas e 41°C/72horas e de deterioração controlada destacaram o lote 4 como de desempenho inferior aos lotes 3 e 5 (Tabela 33). Por outro lado, os testes de condutividade elétrica e de lixiviação de potássio conduzidos na segunda época de testes na primeira etapa do experimento, destacaram o lote 6 como o de pior desempenho.

Nas avaliações realizadas aos 56, 70, 84 e 98 dias após a semeadura não foram observadas diferenças entre os lotes, quanto à altura, número de folhas e massa de matéria seca das plantas.

De acordo com TeKrony e Egli (1991), as estruturas da planta presentes na semente são importantes apenas para o crescimento inicial da plântula, durante período

relativamente curto após a emergência. No entanto, no presente trabalho foram observadas diferenças até 42 dias após a semeadura, ou seja 14 dias após o transplante.

Quanto aos dados de produção, observaram-se diferenças significativas no diâmetro da cabeça, sendo os lotes 1 e 2 considerados de melhor desempenho que o lote 6 (Tabela 37).

De maneira geral, o lote 6 apresentou desempenho numericamente inferior aos demais, nos testes de emergência de plântulas, de condutividade elétrica e de lixiviação de potássio (Tabela 31). Nas avaliações de vigor realizadas na segunda época, da primeira etapa da pesquisa, esse lote foi detectado como o de pior desempenho pelos testes de condutividade elétrica (Tabelas 17 a 20) e de lixiviação de potássio (Tabelas 22 a 28).

A produtividade variou de 11,0 a 12,7 t/ha, estando dentro do esperado que é de 8 a 16 t/ha (FAHL et al., 1998).

Tabela 37 - Resultados de replantio, de diâmetro de cabeça e de produção por planta, e por área, obtidos em seis lotes de couve-flor 'Sharon', no segundo ano experimental

Lotes	Replantio (%)	Diam. cabeça (cm)	Produção	
			(g/planta)	(t/ha)
1	22 a	21,6 a	855 a	12,7 a
2	16 a	22,0 a	850 a	12,6 a
3	20 a	20,7 ab	823 a	12,3 a
4	46 a	20,4 ab	765 a	11,4 a
5	28 a	20,2 ab	791 a	11,8 a
6	37 a	18,6 b	741 a	11,0 a
CV(%)	34,1	5,6	12,5	12,6

Letras minúsculas: comparação dentro de cada coluna (Tukey, $p \leq 0,05$)

No presente trabalho observou-se que as sementes dos lotes de menor nível de vigor originaram mudas menos vigorosas, com grande percentagem não resistindo ao estresse do transplante; isto acarretou a necessidade de replantio, havendo atraso no desenvolvimento das mudas em relação às que não necessitaram do mesmo.

2.3.2.5 Considerações gerais

Baseado nos resultados obtidos nos dois experimentos pôde-se verificar que o potencial fisiológico das sementes influencia o desenvolvimento inicial das plantas de couve-flor, após um período de armazenamento, durante o qual as diferenças de vigor entre os lotes tornam-se mais acentuadas. Foi observada menor sobrevivência das mudas nos lotes de pior desempenho nos testes de germinação (velocidade), de deterioração controlada, de envelhecimento acelerado, de emergência de plântulas, de condutividade elétrica e de lixiviação de potássio; embora nos três últimos testes essa diferença não tenha sido detectada por meio da análise estatística. As avaliações de altura e número de folhas das plantas, realizadas aos 28 e 42 dias após a sementeira, diferenciaram o lote 6 como o de pior desempenho. Porém, esse resultado não prevaleceu sobre o restante do desenvolvimento da cultura e sobre a produção.

2.3.3 Terceira etapa: Avaliação do potencia fisiológico inicial, absorção de água, técnicas para o condicionamento fisiológico e a secagem subsequente das sementes

2.3.3.1 Avaliação do potencial fisiológico inicial das sementes

Os resultados referentes à avaliação inicial da germinação e vigor dos lotes utilizados, na terceira e quarta etapas do trabalho, encontram-se nas tabelas 38 e 39.

A análise de variância dos dados obtidos, nos testes de emergência de plântulas, de envelhecimento acelerado, de deterioração controlada, de condutividade elétrica e de lixiviação de potássio, para o cultivar Sharon, acusou valores significativos para os efeitos de lotes.

Tabela 38- Resultados dos testes de germinação (G), de velocidade de germinação (VG), de emergência de plântulas (E), de envelhecimento acelerado (EASS), de deterioração controlada (DC), de condutividade elétrica (CE), de lixiviação de potássio (LIX.K) e grau de umidade (GU) de três lotes de sementes de couve-flor 'Sharon'

Lotes	Testes							
	VG	G	E	EASS	DC	CE	LIX.K	GU
		(%)				(μ S/cm/g)	(ppmK/g)	
1	16,1 A	98 A	96 B	87 B	83 B	126,2 AB	519,1 B	6,1
2	16,4 A	99 A	99 A	98 A	98 A	91,7 A	326,3 A	6,2
3	16,1 A	98 A	99 A	98 A	89 B	149,6 B	480,8 B	6,0
CV(%)	1,6	1,4	1,4	3,6	4,5	21,3	11,4	

Letras maiúsculas: comparações dentro de cada coluna (Tukey, $p \leq 0,05$)

Tabela 39 – Resultados dos testes de germinação (G), de velocidade de germinação (VG), de emergência de plântulas (E), de envelhecimento acelerado (EASS), de deterioração controlada (DC), de condutividade elétrica (CE), de lixiviação de potássio (LIX.K) e grau de umidade (GU) de três lotes de sementes de couve-flor 'Teresópolis Gigante'

Lotes	Testes							
	VG	G	E	EASS	DC	CE	LIX.K	GU
		(%)				(μ S/cm/g)	(ppmK/g)	
4	15,2 A	94 A	92 AB	88 A	79 B	156,3 A	482,10 A	5,9
5	15,7 A	96 A	98 A	93 A	89 A	147,8 A	595,30 A	6,2
6	14,8 A	91 A	88 B	92 A	79 B	231,66 B	493,92 A	6,0
CV(%)	4,3	4,6	5,1	4,5	5,8	16,1	11,5	

Letras maiúsculas: comparações dentro de cada coluna (Tukey, $p \leq 0,05$)

Verificou-se que o lote 1 apresentou desempenho inferior aos demais nos testes de emergência de plântulas e de envelhecimento acelerado com uso de solução saturada de NaCl (Tabela 38). Já o lote 3 apresentou menor potencial fisiológico que o 2, no teste de condutividade elétrica. Os testes de deterioração controlada e de lixiviação de potássio destacaram o lote 2 como o de maior potencial fisiológico.

O grau de umidade inicial das sementes variou em 0,2 pontos percentuais (6,0% a 6,2%). Após o envelhecimento situou-se entre 9,3 (lote 1) e 9,8 (lote 2); após a exposição por 24 horas ao banho-maria no teste de deterioração controlada, situou-se entre 22,2 para o lote 1 e 22,6 para o lote 2. A variação entre os lotes, em relação ao grau de umidade, está dentro do limite tolerável de 2% (MARCOS FILHO, 1999b), confirmando a consistência dos procedimentos utilizados para os testes.

Diferenças significativas entre os lotes, quanto ao potencial fisiológico, foram detectadas nos testes de emergência de plântulas, de deterioração controlada e de condutividade elétrica, para o cultivar Teresópolis Gigante (Tabela 39). Isto, porém, não ocorreu para a percentagem e velocidade de germinação, para o envelhecimento acelerado e a lixiviação de potássio.

O lote 6 apresentou desempenho inferior ao do lote 5, no teste de emergência, e inferior ao dos lotes 4 e 5, no teste de condutividade elétrica. Desempenho superior do lote 5 em relação aos demais foi verificado no teste de deterioração controlada (Tabela 39).

O grau de umidade inicial das sementes situou-se entre 5,9% para o lote 4 e 6,2% para o lote 5 (Tabela 39). Após o envelhecimento acelerado atingiu 9,7% para o lote 6 e 9,8% para os outros dois lotes, e após a deterioração controlada ficou entre 22,2% para o lote 5 e 23,0% para o lote 6. A variação máxima entre os lotes foi de 0,8 pontos percentuais observada no teste de deterioração controlada. Neste teste, desvios no teor de água devem estar situados abaixo de 1%, para que os resultados sejam considerados confiáveis (TeKRONY, 1995).

Pelos resultados obtidos, verificou-se que os lotes utilizados nos dois cultivares apresentavam diferenças quanto ao vigor. A utilização de lotes com diferentes níveis de vigor, e de cultivares distintos é importante para verificar o alcance da aplicação dos métodos estudados para o condicionamento fisiológico, para determinada espécie.

Considerando o conjunto de testes realizados (Tabela 38), verificou-se que o lote 2 apresentou maior potencial fisiológico que os lotes 1 e 3, para o cultivar Sharon. Para o cultivar Teresópolis Gigante houve destaque do lote 6 como o de menor nível de vigor e do lote 5 como o de maior (Tabela 39).

É importante o conhecimento do potencial fisiológico inicial da semente, pois de acordo com Nascimento (1998), a eficiência do condicionamento osmótico depende, dentre outros fatores, da qualidade inicial da semente. Alguns trabalhos relatam que lotes mais vigorosos respondem melhor ao condicionamento (MATTHEWS, POWELL, 1986; PARERA, CANTLIFFE, 1994; FESSEL, VIEIRA, RODRIGUES, 2002), outros, que lotes menos vigorosos são mais responsivos (SZAFIROWSKA, KHAN, PECK, 1981; PENÃLOZA, EIRA, 1993; CASEIRO, BENNETT, MARCOS FILHO, 2004; BITTENCOURT et al., 2005). Para sementes de couve-flor os resultados são contraditórios quanto ao efeito do condicionamento sobre lotes de alto vigor, sendo positivo para lotes de menor vigor (THORNTON, POWELL, 1995; POWELL et al., 2000).

Essas divergências parecem ser devidas, principalmente, às variações da metodologia adotada para o condicionamento; pois não é coerente estimar resposta ampla de lotes altamente vigorosos, sendo que o condicionamento tem o objetivo de uniformizar o comportamento de indivíduos componentes de uma população (Marcos Filho, 2005). Segundo este autor lotes com desempenho muito deficiente também não respondem bem ao condicionamento, devido à elevada proporção de sementes em estágio avançado de deterioração. Conseqüentemente lotes de vigor intermediário podem se beneficiar mais da técnica.

2.3.3.2 Absorção de água pela semente

Os resultados referentes à absorção de água pelas sementes nos lotes dos dois cultivares de couve-flor estudados, encontram-se na Tabela 40.

Tabela 40 – Resultados obtidos na determinação do grau de umidade de sementes (%), em três lotes de couve-flor ‘Sharon’ (S1, S2, S3) e três ‘Teresópolis Gigante’ (T4, T5, T6), expostos a diferentes períodos de embebição (Per. Emb.), a 20°C

Per. Emb. (h)	Lotes					
	S1	S2	S3	T4	T5	T6
0	6,2	6,3	6,2	6,2	6,2	6,5
3	19,2	17,4	17,4	18,2	18,9	18,7
6	25,8	23,5	23,1	25,4	25,7	25,6
9	30,3	27,3	27,5	30,2	30,6	30,2
12	31,9	31,0	32,0	33,5	34,5	34,5
15	33,7	32,9	33,8	35,8	36,6	36,4
18	35,6	34,8	35,4	37,9	38,4	38,3
21	37,0	36,2	36,7	39,4	40,1	39,8
24	37,6	36,4	37,0	39,6	40,5	40,0
27	38,6	37,2	37,5	40,6	40,8	40,7
30	39,4*	37,9	38,3	41,7	41,6	41,4
33		38,4	38,8	42,3	42,1	42,0
36		39,0*	39,5*	43,5*	43,2*	42,9*

*início da emissão da raiz primária (no mínimo, 1% de sementes com emissão)

Verificou-se que o início da emissão da raiz primária para o cultivar Teresópolis Gigante ocorreu após 36 horas de embebição, quando as sementes apresentaram teor de água de aproximadamente 43%, para os três lotes estudados. Já para o ‘Sharon’, a emissão da raiz primária ocorreu quando as sementes apresentavam em torno de 39% de água, após 36 horas de embebição, com exceção do lote 1, no qual, o teor de água de 39% foi atingido após 30 horas de embebição, ocorrendo nesse ponto a emissão da raiz primária. Vale lembrar que o lote 1 foi o que apresentou o menor potencial fisiológico, de acordo com os testes de emergência de plântulas e de envelhecimento

acelerado, e também mostrou desempenho inferior ao do lote 2 nos testes de deterioração controlada e de lixiviação de potássio.

De acordo com Caseiro (2003), o período de embebição necessário para a emissão da raiz primária varia de acordo com o potencial fisiológico do lote, sendo mais longo para os lotes menos vigorosos. Isso não foi constatado neste trabalho, uma vez que as sementes de um dos lotes menos vigorosos, iniciaram a emissão da raiz primária, seis horas antes das sementes dos outros dois lotes.

McCormac e Keefe (1990) afirmaram que a testa de sementes intactas de couve-flor pode agir como uma barreira para a entrada de água, e a alta taxa de absorção de água é danosa para o embrião. Este pode ter sido o motivo pelo qual o lote 1 apresentou desempenho inferior ao lote 2, na avaliação inicial do potencial fisiológico.

Por outro lado, a emissão da raiz primária sinaliza o início da fase III da germinação (BEWLEY, BLACK, 1994). Quando as sementes atingem essa fase, ocorre emissão da raiz primária, ocorrendo perda da tolerância à dessecação (SENARATNA, McKERSIE, 1983; KOSTER, LEOPOLD, 1988). Considerou-se que as sementes atingiram a fase III da curva de absorção de água, quando pelo menos 1% da amostra apresentava emissão da raiz primária.

Neste trabalho, a escolha dos teores de água para marcar o fim do período de condicionamento, foi feita com base na marcha de absorção de água pelas sementes (Tabela 40); os valores selecionados identificaram o início (32% para 'Sharon' e 34% para 'Teresópolis Gigante') e o fim (38% para 'Sharon' e 41% para 'Teresópolis Gigante') da fase II de embebição.

Caseiro, Bennett e Marcos Filho (2004), trabalhando com sementes de cebola, afirmaram que a determinação do teor de água antes e após o condicionamento fisiológico deve ser considerada uma informação importante para a seleção do procedimento mais adequado para a realização desse tratamento. À medida que o período de embebição é prolongado, o tratamento se torna mais eficiente, mas o embrião torna-se mais sensível à secagem pós-tratamento (BEWLEY, BLACK, 1985).

2.3.3.3 Condicionamento fisiológico

2.3.3.3.1 Cultivar Sharon

As sementes submetidas ao hidrocondicionamento entre duas folhas de papel toalha somente alcançaram teor de água de 32%. A quantidade de água disponível não foi suficiente para elevar o teor de água das sementes para 38%.

Verificou-se interação significativa de tratamentos e lotes para a velocidade de germinação e para a emergência de plântulas (velocidade e percentagem). No teste de germinação (primeira contagem e total) foi constatada significância apenas para o efeito de lotes.

Verificou-se comportamento diferenciado dos lotes em relação aos métodos de condicionamento, quanto à velocidade de germinação. Sementes submetidas ao hidrocondicionamento entre quatro e seis folhas de papel toalha (duas camadas de duas ou de três folhas) até atingirem teor de água de 38%, apresentaram maior velocidade de germinação, em relação a todos os tratamentos de osmocondicionamento, mas não em relação à testemunha, para o lote 1 (Tabela 41).

Para os lotes 2 e 3, o hidrocondicionamento e o osmocondicionamento a - 0,2MPa/38% de água foram eficientes, proporcionando maior velocidade de germinação em relação à testemunha.

De maneira geral, o hidrocondicionamento favoreceu o desempenho dos lotes, independente do nível de vigor inicial destes, enquanto o osmocondicionamento a - 0,2MPa/38% de água, somente favoreceu o desempenho do lote de maior nível de vigor. Os demais métodos de osmocondicionamento avaliados, ou não afetaram a velocidade de germinação, ou a prejudicaram.

Tabela 41 - Resultados da velocidade de germinação de três lotes de sementes de couve-flor cultivar Sharon, submetidas a diferentes métodos de condicionamento fisiológico

Tratamentos	Lotes			Médias
	4	5	6	
Testemunha	15,29 ABC a	14,58 C ab	14,50 CD b	14,79
Hidroc.2 folhas/32%	15,49 AB b	16,37 A a	16,07 AB ab	15,98
Hidroc.4 folhas/32%	15,21 ABC b	16,25 A a	15,17 BC b	15,54
Hidroc.4 folhas/38%	15,82 A a	16,52 A a	16,25 A a	16,20
Hidroc. 6 folhas/32%	15,36 ABC a	15,93 AB a	15,96 AB a	15,75
Hidroc..6 folhas/38%	16,01 A a	16,54 A a	15,94 AB a	16,16
Osmoc.-0,2 MPa /32%	11,73 E a	12,09 D a	11,89 E a	11,90
Osmoc.-0,2 MPa/38%	14,48 C b	15,73 AB a	15,42 ABC a	15,21
Osmoc.-0,1 MPa/32%	13,35 D b	14,62 C a	13,90 D ab	13,96
Osmoc.-0,1 MPa/38%	14,51 BC a	15,16 BC a	14,65 CD a	14,77
Médias	14,73	15,37	14,98	
CV (%)	3,10			

Letras maiúsculas: comparações dentro de cada coluna (Tukey, $p \leq 0,05$)

Letras minúsculas: comparação dentro de cada linha (Tukey, $p \leq 0,05$)

Em outros trabalhos o hidrocondicionamento foi mais eficiente que o osmocondicionamento, favorecendo a velocidade de germinação de sementes de tomate (COOLBEAR, NEAL, BRYANT, 1987), de couve-flor, principalmente quando a germinação foi realizada a baixa temperatura (FUJIKURA et al.,1993) e de cebola (CASEIRO, BENNETT, MARCOS FILHO, 2004).

Quanto à influência do nível de vigor inicial do lote sobre os efeitos do condicionamento, resultados semelhantes aos observados neste trabalho foram obtidos por Thornton, Collins e Powell (1993) e por Thornton e Powell (1995) em sementes de couve-flor, nas quais o nível de vigor não interferiu na resposta ao condicionamento quanto ao tempo médio de germinação.

Não houve efeito do condicionamento fisiológico sobre a percentagem de plântulas normais obtidas na primeira contagem e na total, do teste de germinação (Tabelas 42 e 43). Esse fato é esperado porque o teste de germinação é conduzido em condições ideais, e o condicionamento fisiológico tem afetado a percentagem de germinação, na maioria das vezes, quando as condições edafo-climáticas são adversas (BRADFORD, 1986; RAO, AKERS, AHRING, 1987, PARERA, CANTLIFFE, 1994).

Tabela 42 – Resultados da primeira contagem do teste de germinação (%) de três lotes de sementes de couve-flor cultivar Sharon, submetidos ou não ao condicionamento fisiológico

Tratamentos	Lotes			Médias
	4	5	6	
Testemunha	98	99	97	98
Hidroc.2 folhas/32%	96	100	98	98
Hidroc.4 folhas/32%	96	100	96	97
Hidroc.4 folhas/38%	97	99	99	98
Hidroc. 6 folhas/32%	97	100	98	98
Hidroc..6 folhas/38%	97	99	96	97
Osmoc.-0,2 MPa /32%	97	99	98	98
Osmoc.-0,2 MPa/38%	97	99	99	98
Osmoc.-0,1 MPa/32%	97	100	98	98
Osmoc.-0,1 MPa/38%	96	98	99	98
Médias	97 b	99 a	98 b	
CV (%)	2,39			

Letras minúsculas: comparação dentro de cada linha (Tukey, $p \leq 0,05$)

Tabela 43 – Resultados do teste de germinação de três lotes de sementes de couve-flor cultivar Sharon, submetidos ou não ao condicionamento fisiológico

Tratamentos	Lotes			Médias
	4	5	6	
Testemunha	98	99	97	98
Hidroc.2 folhas/32%	96	99	98	98
Hidroc.4 folhas/32%	97	100	96	98
Hidroc.4 folhas/38%	97	99	99	98
Hidroc. 6 folhas/32%	97	100	99	99
Hidroc..6 folhas/38%	98	99	97	98
Osmoc.-0,2 MPa /32%	97	99	98	98
Osmoc.-0,2 MPa/38%	97	99	99	98
Osmoc.-0,1 MPa/32%	97	100	98	98
Osmoc.-0,1 MPa/38%	96	99	99	98
Médias	97 b	99 a	98 b	
CV (%)	2,27			

Letras minúsculas: comparação dentro de cada linha (Tukey, $p \leq 0,05$)

Por outro lado, verificou-se no teste de germinação (primeira contagem e total), desempenho superior do lote 2 em relação ao 1 e ao 3. Essa superioridade do lote 2 em relação aos outros já havia sido detectada na avaliação inicial do potencial fisiológico dos lotes, pois esse lote, não apresentou desempenho inferior aos demais em nenhum dos testes realizados (Tabela 38).

As sementes submetidas ao hidrocondicionamento entre quatro e seis folhas até atingir teor de água de 38%, e ao osmocondicionamento a -0,2 MPa até atingir teor de água de 32% apresentaram maior velocidade de emergência de plântulas que aquelas pertencentes à testemunha, para os lotes 1 e 3 (Tabela 44).

Verificou-se desempenho inferior das sementes submetidas ao osmocondicionamento a -0,1 MPa/32% e -0,2 MPa/ 38%, em relação à testemunha, para os lotes 1 e 2.

Para o lote 2 (maior nível de vigor) não houve efeito benéfico do condicionamento fisiológico sobre a velocidade e percentagem de emergência de plântulas (Tabelas 44 e 45).

Tabela 44 – Resultados da velocidade de emergência de três lotes de sementes de couve-flor cultivar Sharon, submetidas ao condicionamento fisiológico

Tratamentos	Lotes			Médias
	4	5	6	
Testemunha	8,90 BC ab	10,05 AB a	7,81 CD b	8,92
Hidroc.2 folhas/32%	9,81 AB a	10,85 AB a	10,61 AB a	10,42
Hidroc.4 folhas/32%	9,99 AB a	10,57 AB a	10,03 AB a	10,20
Hidroc.4 folhas/38%	11,17 A a	11,15 AB a	11,60 A a	11,31
Hidroc. 6 folhas/32%	8,11 CD b	10,67 AB a	10,51 AB a	9,76
Hidroc..6 folhas/38%	10,86 A a	11,02 AB a	11,05 A a	10,98
Osmoc.-0,2 MPa /32%	11,22 A a	11,63 A a	11,61 A a	11,49
Osmoc.-0,2 MPa/38%	6,57 DE ab	5,83 C b	7,30 D a	6,57
Osmoc.-0,1 MPa/32%	4,94 E b	4,75 C b	6,49 D a	5,39
Osmoc.-0,1 MPa/38%	10,48 AB a	9,94 B ab	9,11 BC b	9,84
Médias	9,21	9,65	9,61	
CV (%)	5,95			

Letras maiúsculas: comparações dentro de cada coluna (Tukey, $p \leq 0,05$)

Letras minúsculas: comparação dentro de cada linha (Tukey, $p \leq 0,05$)

Observou-se maior percentagem de emergência de plântulas, provenientes de sementes submetidas ao hidrocondicionamento entre duas e quatro folhas de papel toalha, e ao osmocondicionamento a -0,2 MPa até atingir 32 e 38% de água e a -0,1 MPa/32% de água, em relação à testemunha, para o lote 3 (Tabela 45). Para o lote 1,

verificou-se desempenho superior, em relação à testemunha, das sementes submetidas ao osmocondicionamento a -0,1 MPa/38% de água.

O condicionamento fisiológico favoreceu a velocidade e percentagem de emergência das plântulas, em relação à testemunha, nos lotes 1 e 3 (menor nível de vigor), não sendo eficiente para o lote 2 (maior nível de vigor).

Tabela 45 – Resultados do teste de emergência de plântulas (%) de três lotes de sementes de couve-flor cultivar Sharon, submetidos ou não ao condicionamento fisiológico

Tratamentos	Lotes			Médias
	4	5	6	
Testemunha	89 B b	97 AB a	86 B b	91
Hidroc.2 folhas/32%	92 AB ab	89 B b	97 A a	93
Hidroc.4 folhas/32%	97 AB a	93 AB a	98 A a	96
Hidroc.4 folhas/38%	95 AB a	99 A a	96 A a	97
Hidroc. 6 folhas/32%	94 AB ab	100 A a	92 AB b	95
Hidroc..6 folhas/38%	97 AB a	99 A a	94 AB a	97
Osmoc.-0,2 MPa /32%	95 AB a	98 AB a	95 A a	96
Osmoc.-0,2 MPa/38%	96 AB a	96 AB a	96 A a	96
Osmoc.-0,1 MPa/32%	96 AB a	99 A a	97 A a	97
Osmoc.-0,1 MPa/38%	98 A a	99 A a	94 AB a	97
Médias	95	97	95	
CV (%)	5,06			

Letras maiúsculas: comparações dentro de cada coluna (Tukey, $p \leq 0,05$)

Letras minúsculas: comparação dentro de cada linha (Tukey, $p \leq 0,05$)

De maneira geral, a resposta dos lotes aos tratamentos variou, confirmando Nascimento (1998); a eficiência da técnica depende do potencial fisiológico inicial dos lotes.

O condicionamento fisiológico favoreceu a velocidade de germinação do lote mais vigoroso, não apresentando resultados positivos, nos demais testes utilizados na avaliação. Nos lotes menos vigorosos, o condicionamento teve efeitos benéficos sobre a velocidade de germinação e a emergência de plântulas (velocidade e percentagem). Portanto, os lotes menos vigorosos apresentaram maior resposta ao tratamento. Resultados similares foram obtidos com sementes de tomate (PENÃLOZA, EIRA, 1993), de couve-flor (THORNTON, POWELL, 1995; POWELL et al., 2000), de cebola (CASEIRO, BENNETT, MARCOS FILHO, 2004), de melão (NASCIMENTO, ARAGÃO, 2004) e de aspargo (BITTENCOURT et al., 2005).

2.3.3.3.2 Cultivar Teresópolis Gigante

Não foi possível a utilização do hidrocondicionamento entre duas folhas de papel toalha, para o cultivar Teresópolis Gigante, pois as sementes atingiram teor de água de 29%, não alcançando os teores propostos inicialmente no trabalho (34% e 41%), devido à baixa disponibilidade de água quando se utilizou 2 camadas de 1 folha de papel.

Pela análise de variância observou-se que houve interação de lotes e tratamentos no teste de emergência de plântulas. O efeito de lotes foi significativo apenas sobre o teste de germinação (primeira contagem e total). Verificou-se, ainda, efeito significativo de tratamentos sobre a velocidade de emergência e, significativo de lotes e de tratamentos sobre a velocidade de germinação.

As sementes submetidas ao hidrocondicionamento entre quatro e seis folhas de papel toalha até atingirem teor de água de 41% e ao osmocondicionamento a -0,2 MPa/41% de água, apresentaram maior velocidade de germinação que os demais tratamentos, incluindo a testemunha (Tabela 46).

Observou-se, ainda, que o hidrocondicionamento e o osmocondicionamento, nos quais a embebição foi realizada até as sementes atingirem teor de água de 34%, proporcionaram velocidade de germinação semelhante à da testemunha (teor de água de 6%), apesar do teor de água ser muito diferente. As sementes atingiram teor de água de 34% em aproximadamente 12 horas, ou seja, muito rapidamente;

provavelmente não houve tempo suficiente para permitir a reativação do metabolismo para a germinação.

O lote 5 apresentou desempenho superior aos outros dois lotes, no teste de germinação (velocidade, primeira contagem e total - Tabelas 46, 47 e 48). Vale lembrar que esse lote apresentou maior percentagem de plântulas normais que os lotes 4 e 6 no teste de deterioração controlada, realizado durante a avaliação inicial do potencial fisiológico dos lotes, sendo o de maior nível de vigor.

Tabela 46 – Resultados da velocidade de germinação de três lotes de sementes de couve-flor cultivar Teresópolis Gigante submetidos ou não ao condicionamento fisiológico

Tratamentos	Lotes			Médias
	4	5	6	
Testemunha	15,56	17,63	15,88	16,36 CD
Hidroc. 4folhas/34%	15,56	16,47	15,18	15,74 D
Hidroc. 4folhas/41%	21,17	21,65	21,43	21,42 A
Hidroc. 6folhas/34%	15,57	16,80	15,12	15,83 D
Hidroc. 6folhas/41%	20,77	21,30	21,75	21,27 A
Osmoc. -0,2MPa/34%	15,05	15,76	14,63	15,15 D
Osmoc.-0,2MPa/41%	21,70	22,81	21,22	21,91 A
Osmoc.-0,1MPa/34%	17,01	19,56	17,01	17,86 BC
Osmoc.-0,1MPa/41%	18,90	19,60	19,79	19,43 B
Médias	17,92 b	19,06 a	18,00 b	
CV (%)	5,97			

Letras maiúsculas: comparações dentro de cada coluna (Tukey, $p \leq 0,05$)

Letras minúsculas: comparação dentro de cada linha (Tukey, $p \leq 0,05$)

Tabela 47 – Resultados da primeira contagem do teste de germinação (%) de três lotes de sementes de couve-flor cultivar Teresópolis Gigante, submetidos ou não ao condicionamento fisiológico

Tratamentos	Lotes			Médias
	4	5	6	
Testemunha	87	96	91	91
Hidroc. 4folhas/34%	93	96	91	93
Hidroc. 4folhas/41%	95	94	94	94
Hidroc. 6folhas/34%	93	95	92	93
Hidroc. 6folhas/41%	93	96	97	95
Osmoc. -0,2MPa/34%	93	97	90	93
Osmoc.-0,2MPa/41%	92	94	95	94
Osmoc.-0,1MPa/34%	92	97	90	93
Osmoc.-0,1MPa/41%	95	97	97	96
Médias	92 b	96 a	93 b	
CV (%)	6,75			

Letras minúsculas: comparação dentro de cada linha (Tukey, $p \leq 0,05$)

O hidrocondicionamento das sementes entre seis folhas (duas camadas de três folhas) até alcançar teor de água de 41% teve efeitos benéficos sobre a velocidade de emergência de plântulas, quando comparado à testemunha, ao hidrocondicionamento entre quatro e seis folhas e ao osmocondicionamento a -0,2MPa e a -0,1MPa com teor de água de 34% (Tabela 49).

Tabela 48 – Resultados do teste de germinação (%) de três lotes de sementes de couve-flor cultivar Teresópolis Gigante submetidos ou não ao condicionamento fisiológico

Tratamentos	Lotes			Médias
	4	5	6	
Testemunha	89	96	93	93
Hidroc. 4folhas/34%	95	97	92	95
Hidroc. 4folhas/41%	95	95	95	95
Hidroc. 6folhas/34%	94	97	92	94
Hidroc. 6folhas/41%	93	97	99	96
Osmoc. -0,2MPa/34%	96	99	93	96
Osmoc.-0,2MPa/41%	92	94	95	94
Osmoc.-0,1MPa/34%	94	97	92	94
Osmoc.-0,1MPa/41%	95	97	97	96
Médias	97 b	99 a	98 b	
CV (%)	6,67			

Letras minúsculas: comparação dentro de cada linha (Tukey, $p \leq 0,05$)

No entanto, o condicionamento não teve efeito positivo sobre a percentagem de emergência de plântulas, para o cultivar Teresópolis Gigante (Tabela 50). Isto era esperado, uma vez que, o teste de emergência de plântulas foi conduzido em condições próximas às ideais, e o condicionamento fisiológico tem efeito sobre a percentagem de germinação ou de emergência de plântulas, quando as condições ambientais se desviam das ideais (BRADFORD, 1986; RAO, AKERS, AHRING, 1987; PARERA, CANTLIFFE, 1994).

Tabela 49 – Resultados da velocidade de emergência de plântulas de três lotes de sementes de couve-flor, cultivar Teresópolis Gigante submetidos ou não ao condicionamento fisiológico

Tratamentos	Lotes			Médias
	4	5	6	
Testemunha	9,85	11,22	7,32	9,46 B
Hidroc. 4folhas/34%	10,07	9,57	10,41	10,02 B
Hidroc. 4folhas/41%	12,79	11,77	10,44	11,66 AB
Hidroc. 6folhas/34%	9,41	11,38	9,79	10,19 B
Hidroc. 6folhas/41%	13,39	13,67	13,35	13,47 A
Osmoc. -0,2MPa/34%	9,65	10,13	9,93	9,90 B
Osmoc.-0,2MPa/41%	11,42	11,91	11,70	11,68 AB
Osmoc.-0,1MPa/34%	9,67	10,48	9,96	10,03 B
Osmoc.-0,1MPa/41%	9,00	11,98	11,68	10,88 AB
Médias	10,58	11,35	10,50	
CV (%)	5,36			

Letras maiúsculas: comparações dentro de cada coluna (Tukey, $p \leq 0,05$)

Observou-se para o cultivar Teresópolis Gigante, que de modo geral, tanto o hidrocondicionamento quanto o osmocondicionamento foram eficientes, beneficiando o desempenho das sementes, quando o teor de água utilizado foi de 41%. Isto aconteceu também para o cultivar Sharon, confirmando a eficiência do condicionamento sobre o potencial fisiológico das sementes, quando o período de embebição é prolongado (BEWLEY, BLACK, 1985). Nesse trabalho, os teores de água mais baixos (32% para 'Sharon' e 34% para 'Teresópolis Gigante') foram atingidos em aproximadamente 12 horas, enquanto os mais elevados (38% para 'Sharon' e 41% para 'Teresópolis Gigante') foram atingidos em aproximadamente 27 horas.

Tabela 50 – Resultados do teste de emergência de plântulas de três lotes de sementes de couve-flor cultivar Teresópolis Gigante submetidos ou não ao condicionamento fisiológico

Tratamentos	Lotes			Médias
	4	5	6	
Testemunha	94 A a	97 AB a	93 A a	95
Hidroc. 4folhas/34%	91 AB b	98 A a	90 AB b	93
Hidroc. 4folhas/41%	94 A a	95 ABC a	95 A a	95
Hidroc. 6folhas/34%	90 AB b	96 ABC a	88 AB b	91
Hidroc. 6folhas/41%	95 A a	96 ABC a	95 A a	95
Osmoc. -0,2MPa/34%	92 AB a	92 ABC a	91 AB a	92
Osmoc.-0,2MPa/41%	94 A a	96 ABC a	92 A a	94
Osmoc.-0,1MPa/34%	86 B a	89 C a	84 B a	86
Osmoc.-0,1MPa/41%	76 C b	90 BC a	88 AB a	85
Médias	90	94	91	
CV (%)	3,71			

Letras maiúsculas: comparações dentro de cada coluna (Tukey, $p \leq 0,05$)

Letras minúsculas: comparação dentro de cada linha (Tukey, $p \leq 0,05$)

Os efeitos do condicionamento não foram dependentes do nível de vigor dos lotes para o cultivar Teresópolis Gigante, sendo esses resultados diferentes dos obtidos com o cultivar Sharon.

2.3.3.4 Secagem das sementes

2.3.3.4.1 Cultivar Sharon

Os dados referentes aos métodos de secagem para o cultivar Sharon encontram-se nas tabelas 51 a 56. Observou-se efeito da interação de lotes e métodos de secagem sobre a velocidade de germinação e de emergência e sobre a percentagem

de emergência de plântulas. Na primeira contagem e no total de germinação, constatou-se significância para o efeito de lotes e, no teste de envelhecimento acelerado, houve efeito significativo de lotes e de tratamentos.

Tabela 51 – Resultados da velocidade de germinação de três lotes de sementes de couve-flor do cultivar Sharon, submetidos ou não ao condicionamento fisiológico seguido ou não por secagem

Tratamentos	Lotes			Médias
	1	2	3	
Testemunha	14,95 BC b	16,29 BC a	15,27 BC b	15,50
Sem. não secas	15,90 AB b	17,65 A a	16,30 A b	16,62
Secagem rápida	15,70 AB a	16,07 BC a	15,68 AB a	15,82
Secagem lenta	15,48 AB b	16,45 B a	16,17 AB ab	16,03
Inc. PEG 24h	15,46 AB b	16,49 B a	15,49 AB b	15,81
Inc. PEG 72h	15,70 AB a	16,28 BC a	15,95 AB a	15,98
Inc. PEG 120h	15,75 AB a	16,24 BC a	16,04 AB a	16,01
Inc. 35°C/48h	14,98 BC a	15,55 BC a	15,60 AB a	15,38
Inc. 35°C/96h	15,45 AB a	15,99 BC a	15,64 AB a	15,69
Inc. 35°C/144h	14,14 C b	15,27 C a	14,38 C b	14,60
Choque térmico 1h	16,12 A a	16,21 BC a	16,22 AB a	16,18
Choque térmico 3h	15,75 AB a	15,90 BC a	15,98 AB a	15,88
Choque térmico 5h	15,51 AB a	15,82 BC a	15,19 BC a	15,51
Médias	15,45	16,17	15,69	
CV (%)	3,53			

Letras maiúsculas: comparações dentro de cada coluna (Tukey, $p \leq 0,05$)

Letras minúsculas: comparação dentro de cada linha (Tukey, $p \leq 0,05$)

Tabela 52 – Resultados da primeira contagem de germinação (%) de três lotes de sementes de couve-flor, cultivar Sharon, submetidos ou não ao condicionamento fisiológico seguido ou não por secagem

Tratamentos	Lotes			Médias
	1	2	3	
Testemunha	96	100	98	98
Sem. não secas	98	99	98	99
Secagem rápida	97	100	98	98
Secagem lenta	95	100	99	98
Inc. PEG 24h	95	100	95	97
Inc. PEG 72h	96	99	98	98
Inc. PEG 120h	95	98	98	97
Inc. 35°C/48h	95	99	96	97
Inc. 35°C/96h	96	100	97	98
Inc. 35°C/144h	96	99	97	97
Choque térmico 1h	100	100	100	100
Choque térmico 3h	98	98	98	98
Choque térmico 5h	98	100	97	98
Médias	96 c	99 a	97 b	
CV (%)	3,00			

Letras minúsculas: comparação dentro de cada linha (Tukey, $p \leq 0,05$)

Tabela 53 – Resultados do teste de germinação (%) três lotes de sementes de couve-flor, cultivar Sharon, submetidos ou não ao condicionamento fisiológico seguido ou não por secagem

Tratamentos	Lotes			Médias
	1	2	3	
Testemunha	97	100	98	98
Sem. não secas	98	99	99	99
Secagem rápida	97	100	98	98
Secagem lenta	95	100	99	98
Inc. PEG 24h	96	100	96	97
Inc. PEG 72h	96	100	98	98
Inc. PEG 120h	96	99	99	98
Inc. 35°C/48h	97	99	97	98
Inc. 35°C/96h	97	100	99	99
Inc. 35°C/144h	96	99	97	97
Choque térmico 1h	100	100	100	100
Choque térmico 3h	98	99	98	98
Choque térmico 5h	98	100	97	98
Médias	97 c	99 a	98 b	
CV (%)	2,85			

Letras minúsculas: comparação dentro de cada linha (Tukey, $p \leq 0,05$)

Tabela 54 – Resultados da velocidade de emergência de plântulas de três lotes de sementes de couve-flor, cultivar Sharon, submetidos ou não ao condicionamento fisiológico seguido ou não por secagem

Tratamentos	Lotes			Médias
	1	2	3	
Testemunha	12,52 EF a	12,49 DE a	11,84 D a	12,28
Sem. não secas	16,04A a	16,56 A a	16,12 A a	16,24
Secagem rápida	15,52 AB b	16,59 A a	16,50 A a	16,20
Secagem lenta	13,90 CD b	14,78 B a	13,96 B b	14,21
Inc. PEG 24h	14,63 BC b	16,01 A a	15,56 A a	15,40
Inc. PEG 72h	12,88 EF a	13,42 CD a	13,38 BC a	13,23
Inc. PEG 120h	13,50 DE a	13,98 BC a	12,36 D b	13,28
Inc. 35°C/48h	15,31 AB b	16,44 A a	15,95 A ab	15,90
Inc. 35°C/96h	11,94 FG a	12,57 DE a	12,43 CD a	12,31
Inc. 35°C/144h	11,48 G a	12,14 E a	11,71 D a	11,78
Choque térmico 1h	14,03 CD b	16,52 A a	15,91 A a	15,49
Choque térmico 3h	16,09 A a	16,38 A a	15,83 A a	16,10
Choque térmico 5h	15,95 A a	16,18 A a	15,82 A a	15,98
Médias	14,14	14,93	14,41	
CV (%)	3,42			

Letras maiúsculas: comparações dentro de cada coluna (Tukey, $p \leq 0,05$)

Letras minúsculas: comparação dentro de cada linha (Tukey, $p \leq 0,05$)

Tabela 55 – Resultados da emergência de plântulas (%) de três lotes de sementes de couve-flor, cultivar Sharon, submetidos ou não ao condicionamento fisiológico seguido ou não por secagem

Tratamentos	Lotes			Médias
	1	2	3	
Testemunha	100 A ab	100 A a	97 ABC b	99
Sem. não secas	99 AB a	100 A a	100 A a	100
Secagem rápida	95 ABC b	100 A a	100 AB a	98
Secagem lenta	99 AB a	100 A a	98 ABC a	99
Inc. PEG 24h	95 ABC b	100 A a	98 ABC ab	98
Inc. PEG 72h	95 BC b	100 A a	99 AB a	98
Inc. PEG 120h	97 ABC ab	99 A a	94 C b	97
Inc. 35°C/48h	98 ABC a	100 A a	98 ABC a	99
Inc. 35°C/96h	95 ABC b	100 A a	99 ABC a	98
Inc. 35°C/144h	97 ABC ab	100 A a	95 BC b	97
Choque térmico 1h	94 C b	100 A a	97 ABC ab	97
Choque térmico 3h	98 ABC a	99 A a	96 ABC a	98
Choque térmico 5h	97 ABC a	98 A a	97 ABC a	97
Médias	97	100	98	
CV (%)	2,67			

Letras maiúsculas: comparações dentro de cada coluna (Tukey, $p \leq 0,05$)

Letras minúsculas: comparação dentro de cada linha (Tukey, $p \leq 0,05$)

Tabela 56 – Resultados do teste de envelhecimento acelerado (%) de três lotes de sementes de couve-flor, do cultivar Sharon, submetidos ou não ao condicionamento fisiológico seguido ou não por secagem

Tratamentos	Lotes			Médias
	1	2	3	
Testemunha	97	99	94	96 ABC
Sem. não secas	97	98	98	97 A
Secagem rápida	98	100	99	99 A
Secagem lenta	95	99	99	97 AB
Inc. PEG 24h	94	99	98	97 AB
Inc. PEG 72h	93	99	96	96 ABC
Inc. PEG 120h	95	100	98	97 AB
Inc. 35°C/48h	95	99	97	97 AB
Inc. 35°C/96h	91	96	93	93 C
Inc. 35°C/144h	91	97	94	94 BC
Choque térmico 1h	97	100	99	98 A
Choque térmico 3h	96	99	98	97 A
Choque térmico 5h	96	99	97	97 AB
Médias	95 c	99 a	97 b	
CV (%)	2,53			

Letras maiúsculas: comparações dentro de cada coluna (Tukey, $p \leq 0,05$)

Letras minúsculas: comparação dentro de cada linha (Tukey, $p \leq 0,05$)

Não houve efeito dos métodos de secagem sobre a germinação (primeira contagem e total). Neste teste, tanto as sementes condicionadas não secadas, quanto a testemunha e os métodos de secagem, apresentaram percentagem de germinação semelhantes (Tabelas 52 e 53). Vale lembrar que o condicionamento geralmente não afeta a percentagem de germinação, devido às condições próximas às ideais, em que o teste é conduzido.

No teste de germinação (primeira contagem e total), o lote 2 apresentou o melhor desempenho e, o lote 1, o pior (Tabelas 52 e 53), de maneira semelhante ao observado na avaliação inicial do potencial fisiológico dos lotes (Tabela 38).

Quanto à velocidade de emergência de plântulas, observou-se que a secagem rápida, a incubação a 35°C durante 48 horas e o choque térmico durante três e cinco horas, foram eficientes na manutenção dos efeitos do condicionamento, para o lote 1 (Tabela 54). Para os lotes 2 e 3, além destes métodos, destacaram-se, também, o de incubação em PEG durante 24 horas e o de choque térmico durante uma hora. Houve reversão dos efeitos do condicionamento quando foi utilizada a incubação, a 35°C durante 96 e 144 horas.

Portanto, a secagem rápida, a incubação em PEG durante 24 horas, a incubação a 35°C durante 48 horas e o choque térmico durante três e cinco horas foram os tratamentos mais promissores, identificados pelo teste de índice de velocidade de germinação.

Verificou-se redução da emergência de plântulas em relação à testemunha e ao condicionamento sem secagem, quando as sementes foram submetidas incubação em PEG durante 72 horas e ao choque térmico durante uma hora, para o lote 1 (Tabela 55). Neste lote, a incubação em PEG durante 72 horas também apresentou desempenho inferior à testemunha. Para o lote 3, a incubação em PEG durante 120 horas e a 35°C durante 144 horas provocou a redução da emergência de plântulas em relação às sementes condicionadas, porém, não ocorreu redução em relação à testemunha.

De maneira geral, verificou-se no teste de emergência de plântulas (velocidade e percentagem), que a incubação a 35°C e em PEG 6000, somente foram eficientes quando se utilizou o menor período de incubação.

Com base nos resultados do teste de envelhecimento acelerado, verificou-se que houve redução da percentagem de plântulas normais, provocada pela incubação a 35°C durante 96 e 144 horas em relação às sementes não secadas, às submetidas à secagem rápida e ao choque térmico durante 1 e 3 horas, porém, esses resultados foram semelhantes aos obtidos com a testemunha (Tabela 56). Todos os tratamentos

utilizados, inclusive o de condicionamento sem secagem, apresentaram desempenho similar ao da testemunha, no teste de envelhecimento acelerado.

2.3.3.4.2 Cultivar Teresópolis Gigante

Os resultados referentes aos tratamentos de secagem de 'Teresópolis Gigante' se encontram nas tabelas 57 a 62.

Tabela 57 – Resultados da velocidade de germinação de três lotes de sementes de couve-flor, do cultivar Teresópolis Gigante submetidos ou não ao condicionamento fisiológico seguido ou não por secagem

Tratamentos	Lotes			Médias
	1	2	3	
Testemunha	13,09	13,95	13,36	13,46 DE
Sem. Não secas	18,43	19,22	17,31	18,32 A
Secagem rápida	15,07	16,06	14,65	15,28 B
Secagem lenta	15,18	16,21	14,58	15,32 B
Inc. PEG 24h	15,59	15,18	15,02	15,26 B
Inc. PEG 72h	15,14	15,36	14,82	15,11 B
Inc. PEG 120h	14,66	16,00	15,14	15,23 B
Inc. 35°C/48h	14,15	15,33	14,13	15,35 B
Inc. 35°C/96h	12,92	13,30	12,63	12,94 E
Inc. 35°C/144h	13,49	13,31	13,21	13,34 DE
Choque térmico 1h	14,40	15,62	14,57	13,61 DE
Choque térmico 3h	14,24	15,13	14,37	14,05 CD
Choque térmico 5h	14,53	15,78	14,82	15,06 BC
Médias	14,62 b	15,32 a	14,44 b	
CV (%)	4,61			

Letras maiúsculas: comparações dentro de cada coluna (Tukey, $p \leq 0,05$)

Letras minúsculas: comparação dentro de cada linha (Tukey, $p \leq 0,05$)

Tabela 58 – Resultados da primeira contagem de germinação (%) de três lotes de sementes de couve-flor do cultivar Teresópolis Gigante, submetidos ou não ao condicionamento fisiológico seguido ou não por secagem

Tratamentos	Lotes			Médias
	1	2	3	
Testemunha	90	94	91	92 AB
Sem. não secas	95	98	93	95 A
Secagem rápida	95	99	91	95 A
Secagem lenta	93	99	90	94 AB
Inc. PEG 24h	95	92	91	92 AB
Inc. PEG 72h	93	94	92	93 AB
Inc. PEG 120h	92	98	94	94 A
Inc. 35°C/48h	87	93	87	89 B
Inc. 35°C/96h	84	84	80	82 C
Inc. 35°C/144h	89	89	89	89 B
Choque térmico 1h	91	96	94	94 AB
Choque térmico 3h	94	95	93	94 AB
Choque térmico 5h	92	97	93	94 A
Médias	91 b	94 a	90 b	
CV (%)	4,58			

Letras maiúsculas: comparações dentro de cada coluna (Tukey, $p \leq 0,05$)

Letras minúsculas: comparação dentro de cada linha (Tukey, $p \leq 0,05$)

Tabela 59 – Resultados do teste de germinação (%), de três lotes de sementes de couve-flor do cultivar Teresópolis Gigante, submetidos ou não ao condicionamento fisiológico seguido ou não por secagem

Tratamentos	Lotes			Médias
	1	2	3	
Testemunha	95	99	93	96 A
Sem. não secas	95	98	95	96 A
Secagem rápida	96	100	93	96 A
Secagem lenta	94	99	90	94 AB
Inc. PEG 24h	98	92	93	94 AB
Inc. PEG 72h	94	95	93	94 AB
Inc. PEG 120h	93	100	94	96 A
Inc. 35°C/48h	92	97	90	93 AB
Inc. 35°C/96h	85	87	83	85 C
Inc. 35°C/144h	90	92	89	90 B
Choque térmico 1h	92	96	94	94 AB
Choque térmico 3h	95	96	96	95 A
Choque térmico 5h	93	98	94	95 AB
Médias	93 b	96 a	92 b	
CV (%)	4,14			

Letras maiúsculas: comparações dentro de cada coluna (Tukey, $p \leq 0,05$)

Letras minúsculas: comparação dentro de cada linha (Tukey, $p \leq 0,05$)

Tabela 60 – Resultados da velocidade de emergência, de três lotes de sementes de couve-flor do cultivar Teresópolis Gigante, submetidos ou não ao condicionamento fisiológico seguido ou não por secagem

Tratamentos	Lotes			Médias
	1	2	3	
Testemunha	10,80 B a	10,72 B a	10,51 B a	10,68
Sem. não secas	14,73 A a	15,06 A a	14,19 A a	14,66
Secagem rápida	13,49 A b	15,13 A a	13,72 A b	14,11
Secagem lenta	11,24 B a	11,72 B a	10,56 B a	11,17
Inc. PEG 24h	11,14 B a	11,66 B a	10,81 B a	11,20
Inc. PEG 72h	13,25 A a	14,20 A a	9,46 BC b	12,30
Inc. PEG 120h	14,33 A a	15,48 A a	15,07 A a	14,96
Inc. 35°C/48h	9,95 BC a	10,53 BC a	10,26 B a	10,25
Inc. 35°C/96h	8,75 C a	8,76 C a	8,24 C a	8,58
Inc. 35°C/144h	9,88 BC a	10,08 BC a	9,53 BC a	9,83
Choque térmico 1h	13,26 A a	13,73 A a	13,84 A a	13,61
Choque térmico 3h	13,67 A b	15,08 A a	13,39 A b	14,05
Choque térmico 5h	9,54 BC b	11,41 B a	10,64 B ab	10,53
Médias	11,85	12,58	11,56	
CV (%)	6,37			

Letras maiúsculas: comparações dentro de cada coluna (Tukey, $p \leq 0,05$)

Letras minúsculas: comparação dentro de cada linha (Tukey, $p \leq 0,05$)

Tabela 61 – Resultados do teste de emergência de plântulas (%), de três lotes de sementes de couve-flor do cultivar Teresópolis Gigante, submetidos ou não ao condicionamento fisiológico seguido ou não por secagem

Tratamentos	Lotes			Médias
	1	2	3	
Testemunha	90	91	87	89 ABC
Sem. não secas	93	97	92	94 A
Secagem rápida	89	96	93	93 A
Secagem lenta	94	99	94	95 A
Inc. PEG 24h	92	95	88	91 AB
Inc. PEG 72h	90	90	90	90 ABC
Inc. PEG 120h	89	95	93	92 AB
Inc. 35°C/48h	82	85	83	83 C
Inc. 35°C/96h	86	85	83	84 BC
Inc. 35°C/144h	89	93	89	90 ABC
Choque térmico 1h	89	95	92	92 AB
Choque térmico 3h	92	97	94	94 A
Choque térmico 5h	88	96	93	92 A
Médias	89 b	93 a	90 b	
CV (%)	6,26			

Letras maiúsculas: comparações dentro de cada coluna (Tukey, $p \leq 0,05$)

Letras minúsculas: comparação dentro de cada linha (Tukey, $p \leq 0,05$)

Tabela 62 – Resultados do teste de envelhecimento acelerado (%), de três lotes de sementes de couve-flor do cultivar Teresópolis Gigante, submetidos ou não ao condicionamento fisiológico seguido ou não por secagem

Tratamentos	Lotes			Médias
	1	2	3	
Testemunha	86	95	91	91 A
Sem. não secas	93	96	96	95 A
Secagem rápida	89	96	93	92 A
Secagem lenta	91	96	93	93 A
Inc. PEG 24h	93	97	92	94 A
Inc. PEG 72h	94	98	90	94 A
Inc. PEG 120h	91	96	92	93 A
Inc. 35°C/48h	90	96	93	93 A
Inc. 35°C/96h	79	77	73	76 C
Inc. 35°C/144h	79	88	89	85 B
Choque térmico 1h	90	97	95	94 A
Choque térmico 3h	91	96	96	94 A
Choque térmico 5h	92	96	90	93 A
Médias	89 c	94 a	91 b	
CV (%)	3,89			

Letras maiúsculas: comparações dentro de cada coluna (Tukey, $p \leq 0,05$)

Letras minúsculas: comparação dentro de cada linha (Tukey, $p \leq 0,05$)

Observou-se efeito da interação de lotes e tratamentos sobre a percentagem de emergência de plântulas. Nos testes de germinação (velocidade, primeira contagem e total), de emergência de plântulas e de envelhecimento acelerado foram observadas diferenças significativas entre lotes e entre tratamentos.

Todos os tratamentos, inclusive a testemunha, apresentaram menor velocidade de germinação em relação às sementes condicionadas não secadas (Tabela 57). Esses resultados são semelhantes aos obtidos para o cultivar Sharon, e eram esperados

devido à diferença acentuada do grau de umidade desses tratamentos (41% para sementes condicionadas não secadas e 6% a 7% em média, para os demais tratamentos).

Os métodos de incubação a 35°C durante 96 e 144 horas e de choque térmico durante 1 e 3 horas, provocaram a reversão dos efeitos positivos do condicionamento sobre a velocidade de germinação, apresentando desempenho similar ao da testemunha. Os demais tratamentos, apesar de apresentarem menor velocidade de germinação que as sementes condicionadas não secadas, foram superiores à testemunha, sendo eficientes na manutenção dos efeitos do condicionamento.

Nenhum dos tratamentos utilizados, inclusive o de condicionamento sem secagem, favoreceu a percentagem de plântulas normais, obtidas na primeira contagem e no total do teste de germinação (Tabelas 58 e 59).

A incubação a 35°C provocou queda na percentagem de plântulas normais obtidas no teste de germinação, em relação aos demais tratamentos. Esses resultados são contraditórios aos obtidos por Bruggink, Ooms e Toorn (1999), os quais verificaram resultado positivo da incubação a 35°C na manutenção dos efeitos do condicionamento sobre o tempo médio de germinação de sementes de pimentão. Caseiro e Marcos Filho (2005) também verificaram que a incubação a 35°C foi eficiente na preservação dos efeitos do condicionamento, em sementes de cebola.

Neste trabalho, verificou-se que no método de incubação a 35°C houve condensação de água na tampa dos recipientes utilizados, após a incubação, podendo ter prejudicado o desempenho das sementes.

No entanto, não houve variação acentuada do grau de umidade das sementes após a incubação, variando entre 18% a 21% após 48 horas de incubação, 16% a 18%, após 96 horas e 18% a 19%, após 144 horas.

O lote 5 apresentou desempenho superior aos outros dois no teste de germinação (velocidade, primeira contagem e total - Tabelas 57, 58 e 59). O desempenho superior desse lote em relação aos outros dois já havia sido detectado na avaliação inicial do potencial fisiológico dos lotes (Tabela 39).

Não houve reversão dos efeitos benéficos do condicionamento fisiológico sobre a velocidade de emergência de plântulas, quando se utilizou a secagem rápida, a

incubação em PEG durante 72 e 120 horas, o choque térmico durante uma e três horas, para os lotes 4 e 5 (Tabela 60). O lote 6 teve o mesmo comportamento dos outros dois, com exceção da incubação em PEG durante 72 horas que não situou-se entre os tratamentos mais promissores.

Não houve efeito de nenhum dos tratamentos utilizados, sobre a percentagem de emergência de plântulas, em relação à testemunha (Tabela 61). Porém, os tratamentos de incubação a 35°C durante 48 e 96 horas foram prejudiciais à emergência de plântulas, em relação às sementes não secadas.

No teste de envelhecimento acelerado, menor percentagem de plântulas normais foi obtida na incubação a 35°C durante 96 e 144 horas (Tabela 62). Os demais tratamentos apresentaram desempenho semelhante entre si e ao da testemunha.

2.3.3.5 Considerações gerais

Para o cultivar Sharon, verificou-se que os lotes menos vigorosos apresentaram resposta mais evidente ao condicionamento fisiológico. Nestes, foram observados efeitos benéficos sobre a velocidade de germinação e sobre a emergência de plântulas (velocidade e percentagem). No lote mais vigoroso, houve efeito positivo do condicionamento sobre a velocidade de germinação. No entanto, para o cultivar Teresópolis Gigante, os efeitos do condicionamento não foram dependentes do nível de vigor inicial dos lotes.

De modo geral, o hidrocondicionamento entre quatro e seis folhas e o osmocondicionamento a -0,2 MPa, combinados com teores de água mais elevados (38% para 'Sharon' e 41% para 'Teresópolis Gigante'), foram eficientes, proporcionando desempenho superior em relação à testemunha, nos dois cultivares estudados. No entanto, a velocidade de emergência de plântulas foi prejudicada quando se utilizou o osmocondicionamento a -0,2 MPa/38% de água e, esse tratamento somente teve efeito positivo sobre a velocidade de germinação do lote mais vigoroso, para o cultivar Sharon.

Desse modo, o hidrocondicionamento entre quatro e o entre seis folhas foram considerados os mais adequados; optou-se pelo uso do hidrocondicionamento entre quatro folhas de papel toalha para a etapa subsequente da pesquisa.

Quanto aos métodos de secagem, verificou-se que a incubação a 35°C, principalmente em maiores períodos de exposição (96 e 144 horas) provocou efeitos negativos sobre o desempenho das sementes.

Na definição dos melhores procedimentos de secagem após o condicionamento fisiológico, destacaram-se os procedimentos de secagem rápida e de choque térmico durante três horas para 'Sharon', proporcionando desempenho superior ao dos demais tratamentos. Para 'Teresópolis Gigante', houve destaque para a secagem rápida, incubação em PEG 6000 durante 120 horas e choque térmico durante três horas. Os tratamentos de choque térmico durante três horas e de secagem rápida foram superiores aos demais, nos dois cultivares estudados. Para a continuação do trabalho optou-se pela utilização do método de secagem rápida.

2.3.3.4 Tratamento e armazenamento das sementes

Os resultados apresentados a seguir são referentes aos testes conduzidos para avaliação dos efeitos do condicionamento fisiológico seguido de secagem e do ambiente de armazenamento (condições de laboratório e condições controladas) sobre o potencial fisiológico de seis lotes de sementes de couve-flor, três do cultivar Teresópolis Gigante e três do Sharon. As avaliações foram realizadas bimestralmente, durante os seis meses de armazenamento.

2.3.3.4.1- Sharon

Por meio da análise de variância, verificou-se interação significativa para tratamentos (sementes condicionadas e secadas ou não, armazenadas em condições de laboratório e em condições controladas) e períodos de armazenamento (0, 2, 4 e 6 meses), pela velocidade e percentagem de germinação, percentagem de emergência

de plântulas, percentagem de plântulas normais obtidas no teste de envelhecimento acelerado e pela quantidade de potássio lixiviado, para os lotes 1 e 3.

Para o lote 2, interação significativa foi observada nos testes de velocidade de germinação, de emergência de plântulas e de envelhecimento acelerado. Não houve efeito dos tratamentos e períodos de armazenamento sobre a percentagem de germinação, e no teste de lixiviação de potássio, observou-se efeito significativo de tratamentos e de períodos de armazenamento.

Os resultados referentes ao desempenho das sementes condicionadas e secadas durante o armazenamento, para o cultivar Sharon, são apresentados nas Tabelas 63 a 68.

Os tratamentos não apresentaram variação superior a dois pontos percentuais, no grau de umidade, para sementes do cultivar Sharon (Tabelas 63, 65 e 67). Isso significa que o grau de umidade das sementes não interferiu nos resultados dos testes, pois variações de até dois pontos percentuais proporcionam resultados confiáveis (MARCOS FILHO, 1999b). Durante o armazenamento, também não ocorreram variações superiores a dois pontos percentuais, indicando a umidade relativa do ambiente não interferiu no grau de umidade das sementes, devido à embalagem utilizada (sacos plásticos aluminizados).

Observou-se maior velocidade de germinação, em relação à testemunha, em todos os períodos de armazenamento, em condições controladas e de laboratório, das sementes submetidas ao condicionamento e secagem, dos lotes 2 e 3 do cultivar Sharon (Tabelas 65 e 67). Porém, aos seis meses de armazenamento, as sementes condicionadas armazenadas em condições controladas, apresentaram desempenho superior aos demais tratamentos, para o lote 3.

Tabela 63 - Resultados de germinação (velocidade e total) e grau de umidade de sementes de couve-flor do lote 1 do cultivar Sharon, submetidas ao condicionamento e secagem (C), testemunha (T), armazenadas em condições de laboratório (CL) ou em condições controladas (CC), avaliadas com 0, 2, 4 e 6 meses de armazenamento

Tratamentos	Períodos de armazenamento (meses)				Médias
	0	2	4	6	
Grau de umidade (%)					
TCL	5,76	7,16	6,63	6,96	
CCL	6,66	7,12	7,12	7,56	
TCC	5,76	6,11	5,84	5,83	
CCC	6,66	7,00	6,13	6,45	
Velocidade de germinação (índice)					
TCL	14,80 Ba	13,97 Ba	13,89 Ba	11,95 Bb	13,65
CCL	20,04 Aa	17,38 Ab	14,72 Abc	14,75 Ac	16,72
TCC	14,80 Ba	13,43 Bb	13,75 Bab	12,62 Bb	13,65
CCC	20,04 Aa	17,13 Ab	15,22 Ac	14,94 Ac	16,96
Médias	17,42	15,48	14,40	13,47	
CV(%)	4,06				
Germinação (%)					
TCL	98 Aa	97 Aa	96 Aa	86 Bb	94
CCL	97 Aa	96 Aa	97 Aa	95 Aa	96
TCC	98 Aa	94 Aa	95 Aa	95 Aa	95
CCC	97 Aa	95 Aa	95 Aa	93 Aa	95
Médias	97	95	96	92	
CV(%)	3,30				

Letras maiúsculas: comparações dentro de cada coluna (Tukey, $p \leq 0,05$)

Letras minúsculas: comparação dentro de cada linha (Tukey, $p \leq 0,05$)

Tabela 64 - Resultados dos testes de emergência de plântulas, de envelhecimento acelerado e de lixiviação de potássio de sementes de couve-flor do lote 1 do cultivar Sharon, submetidos ao condicionamento e secagem (C), testemunha (T), armazenadas em condições de laboratório (CL) ou em condições controladas (CC), avaliadas com 0, 2, 4 e 6 meses de armazenamento

Tratamentos	Períodos de armazenamento (meses)				Médias
	0	2	4	6	
Emergência de plântulas (%)					
TCL	94 Aab	88 Bb	91 Aab	96 Aa	92
CCL	97 Aa	100 Aa	95 Aa	62 Cb	88
TCC	94 Aa	97 Aa	95 Aa	95 Aa	95
CCC	97 Aa	97 Aa	95 Aa	83 Bb	94
Médias	95	95	94	84	
CV (%)	4,21				
Envelhecimento acelerado (%)					
TCL	93 Aa	94 Aa	93 Aa	95 Aa	93
CCL	95 Aa	78 Bb	52 Bc	59 Bc	71
TCC	93 Aa	98 Aa	95 Aa	96 Aa	95
CCC	95 Aa	78 Bb	52 Bc	57 Bc	71
Médias	94	87	73	78	
CV(%)	6,1				
Lixiviação de potássio (ppm/g)					
TCL	475,57 Ba	456,25 Ba	467,12 Ba	516,90 Ba	478,96
CCL	296,31 Aa	277,45 Aa	322,07 Aa	297,95 Aa	298,44
TCC	475,57 Bb	356,73 Aa	436,15 Bab	428,08 Bab	424,13
CCC	296,31 Aab	338,46 Ab	265,55 Aab	212,40 Aa	282,57
Médias	385,94	357,22	372,72	373,93	
CV(%)	12,59				

Letras maiúsculas: comparações dentro de cada coluna (Tukey, $p \leq 0,05$)

Letras minúsculas: comparação dentro de cada linha (Tukey, $p \leq 0,05$)

Tabela 65 - Resultados de germinação (velocidade e total) e grau de umidade de sementes de couve-flor do lote 2 do cultivar Sharon, submetidas ao condicionamento e secagem (C), testemunha (T), armazenadas em condições de laboratório (CL) ou em condições controladas (CC), avaliadas com 0, 2, 4 e 6 meses de armazenamento

Tratamentos	Períodos de armazenamento (meses)				Médias
	0	2	4	6	
Grau de umidade (%)					
TCL	5,72	6,58	6,87	6,94	
CCL	6,20	7,41	7,42	7,59	
TCC	5,72	6,24	6,09	5,92	
CCC	6,20	6,80	6,99	6,38	
Velocidade de germinação (índice)					
TCL	15,37 Ba	15,61 Ba	14,55 Bab	13,86 Bb	14,85
CCL	20,75 Aa	18,61 Ab	16,27 Ac	15,42 Ac	17,76
TCC	15,37 Ba	15,10 Ba	14,27 Ba	14,50 ABa	14,81
CCC	20,75 Aa	19,72 Aa	15,31 ABb	15,64 Ab	17,85
Médias	18,06	17,26	15,10	14,86	
CV(%)	3,90				
Germinação (%)					
TCL	97	100	99	97	98
CCL	99	99	100	99	99
TCC	97	100	99	99	99
CCC	99	99	99	99	99
Médias	98	99	99	98	
CV(%)	2,21				

Letras maiúsculas: comparações dentro de cada coluna (Tukey, $p \leq 0,05$)

Letras minúsculas: comparação dentro de cada linha (Tukey, $p \leq 0,05$)

Tabela 66 - Resultados dos testes de emergência de plântulas, de envelhecimento acelerado e de lixiviação de potássio de sementes de couve-flor do lote 2 do cultivar Sharon, submetidos ao condicionamento e secagem (C), testemunha (T), armazenadas em condições de laboratório (CL) ou em condições controladas (CC), avaliadas com 0, 2, 4 e 6 meses de armazenamento

Tratamentos	Períodos de armazenamento (meses)				Médias
	0	2	4	6	
Emergência de plântulas (%)					
TCL	98 Aa	96 Aa	100 Aa	97 Aa	98
CCL	99 Aa	95 Aa	99 Aa	86 Bb	95
TCC	98 Aa	94 Aa	100 Aa	94 ABa	96
CCC	99 Aa	100 Aa	100 Aa	66 Cb	91
Médias	99	96	99	86	
CV (%)	4,43				
Envelhecimento acelerado (%)					
TCL	100 Aa	99 Aa	97 Aa	99 Aa	99
CCL	99 Aa	88 Bb	73 Cc	17 Cd	69
TCC	100 Aa	100 Aa	100 Aa	97 Aa	99
CCC	99 Aa	83 Bb	83 Bb	60 Bc	81
Médias	99	92	88	68	
CV(%)	3,80				
Lixiviação de potássio (ppm/g)					
TCL	353,07	310,60	304,04	305,99	318,42 B
CCL	203,99	213,01	156,73	203,36	194,27 A
TCC	370,57	258,25	316,26	350,42	323,87 B
CCC	204,00	158,68	166,27	302,03	207,74 A
Médias	282,90ab	235,14 a	235,82 a	290,44 b	
CV(%)	21,72				

Letras maiúsculas: comparações dentro de cada coluna (Tukey, $p \leq 0,05$)

Letras minúsculas: comparação dentro de cada linha (Tukey, $p \leq 0,05$)

Tabela 67 - Resultados de germinação (velocidade e total) e grau de umidade de sementes de couve-flor do lote 3 do cultivar Sharon, submetidas ao condicionamento e secagem (C), testemunha (T), armazenadas em condições de laboratório (CL) ou em condições controladas (CC), avaliadas com 0, 2, 4 e 6 meses de armazenamento

Tratamentos	Períodos de armazenamento (meses)				Médias
	0	2	4	6	
Grau de umidade (%)					
TCL	5,48	6,89	6,70	6,80	
CCL	7,36	7,41	7,34	7,31	
TCC	5,48	6,16	5,94	5,81	
CCC	7,36	6,90	6,40	5,98	
Velocidade de germinação (índice)					
TCL	15,91 Ba	14,23 Bb	14,05 Cb	13,42 Bb	14,41
CCL	21,06 Aa	17,80 Ab	16,29 Ac	13,28 Bd	17,11
TCC	15,91 Ba	14,47 Bb	14,37 BCb	14,22 Bb	14,74
CCC	21,06 Aa	18,57 Ab	15,53Abc	15,66 Ac	17,70
Médias	18,48	16,28	15,06	14,14	
CV(%)	4,04				
Germinação (%)					
TCL	99 Aa	97 Aa	98 Aa	97 Aa	97
CCL	98 Aa	98 Aa	100 Aa	89 Bb	96
TCC	99 Aa	98 Aa	98 Aa	98 Aa	98
CCC	98 Aa	97 Aa	98 Aa	98 Aa	98
Médias	98	97	98	95	
CV(%)	2,85				

Letras maiúsculas: comparações dentro de cada coluna (Tukey, $p \leq 0,05$)

Letras minúsculas: comparação dentro de cada linha (Tukey, $p \leq 0,05$)

Tabela 68 - Resultados dos testes de emergência de plântulas, de envelhecimento acelerado e de lixiviação de potássio de sementes de couve-flor do lote 3 do cultivar Sharon, submetidos ao condicionamento e secagem (C), testemunha (T), armazenadas em condições de laboratório (CL) ou em condições controladas (CC), avaliadas com 0, 2, 4 e 6 meses de armazenamento

Tratamentos	Períodos de armazenamento (meses)				Médias
	0	2	4	6	
Emergência de plântulas (%)					
TCL	95 Aa	94 Aa	97 Aa	97 Aa	96
CCL	95 Aa	96 Aa	100 Aa	74 Bb	91
TCC	95 Aa	95 Aa	97 Aa	96 Aa	96
CCC	95 Aa	98 Aa	97 Aa	45 Cb	83
Médias	95	96	98	78	
CV(%)	4,56				
Envelhecimento acelerado (%)					
TCL	96 Aa	96 Aa	96 Aa	98 Aa	97
CCL	96 Aa	54 Cb	11 Cc	8 Cc	42
TCC	96 Aa	99 Aa	98 Aa	92 Aa	96
CCC	96 Aa	72 Bb	49 Bc	49 Bc	66
Médias	96	80	63	62	
CV(%)	7,22				
Lixiviação de potássio (ppm/g)					
TCL	492,83 Bb	470,30 Bb	458,87 Cb	328,58 Aba	437,65
CCL	235,13 Aa	281,01 Aa	296,11 ABa	251,72 Aa	265,99
TCC	492,83 Bb	329,96 Aa	417,19 BCab	397,29 Bab	409,32
CCC	235,13 Aa	239,72 Aa	177,39 Aa	227,23 Aa	219,87
Médias	363,98	330,25	337,39	301,21	
CV(%)	19,86				

Letras maiúsculas: comparações dentro de cada coluna (Tukey, $p \leq 0,05$)

Letras minúsculas: comparação dentro de cada linha (Tukey, $p \leq 0,05$)

Observou-se queda crescente da velocidade de germinação durante o armazenamento, sendo mais acentuada nas sementes submetidas ao condicionamento e secagem do que na testemunha. Apesar disso, o efeito positivo do condicionamento em relação à testemunha, prevaleceu em todos os períodos de avaliação (Tabelas 63, 65 e 67).

Diante desses resultados, pode-se afirmar que os métodos de condicionamento fisiológico e de secagem aplicados foram eficientes, possibilitando a manutenção dos efeitos positivos do condicionamento sobre a velocidade de germinação, durante o armazenamento.

Grzesik e Nowak (1998) relataram que sementes de *Helychrysum bracteatum* matricionadas podem ser armazenadas a 20°C e umidade relativa de 55% a 60%, durante cinco meses, sem efeitos adversos sobre a percentagem final e tempo médio de germinação. Do mesmo modo, Dearman, Brocklehurst e Drew (1986) não verificaram alteração na percentagem e velocidade de germinação de sementes de cebola osmocondicionadas, após 18 meses de armazenamento, a 10°C.

Verificou-se diminuição da percentagem de germinação após seis meses de armazenamento em condições de laboratório, em relação aos demais períodos, tanto para a testemunha no lote 1 (Tabela 63), quanto para as sementes condicionadas, no lote 3 (Tabela 67). Para o lote 2 não foi observado efeito significativo de tratamentos e de períodos de armazenamento sobre a percentagem de germinação (Tabela 65).

Neste trabalho, a embalagem utilizada não permitiu oscilação acentuada do grau de umidade das sementes durante o armazenamento (Tabelas 63, 65 e 67), porém, a temperatura do ambiente de laboratório oscilou de 11,3 a 30,0°C, durante os seis meses de armazenamento (Quadro 3). Essa oscilação da temperatura pode ter provocado maior deterioração das sementes armazenadas em condições de laboratório em relação às armazenadas em condições controladas, as quais foram mantidas a 20°C e 50% de umidade relativa.

De acordo com Tarquis e Bradford (1992), as sementes submetidas ao condicionamento fisiológico deveriam ser armazenadas em condições ótimas, para que os benefícios do tratamento fossem preservados.

Nesse sentido, sementes de tomate condicionadas retiveram a viabilidade por 12 meses, quando armazenadas a 10°C; porém, a 30°C, a viabilidade foi reduzida (ALVARADO, BRADFORD, 1988). Redução na viabilidade de sementes condicionadas de tomate foi observada, após seis meses de armazenamento a 30°C; porém, a 4°C a viabilidade não foi afetada (ARGERICH, BRADFORD, TARQUIS, 1989). Thanos, Georghiou e Passam (1989) observaram que sementes de pimentão condicionadas durante quatro dias, conservaram a viabilidade durante três anos de armazenamento, a 25°C. Do mesmo modo, sementes de milho doce, condicionadas a 10 ou 15°C conservaram a viabilidade durante 12 meses de armazenamento, a 10°C (CHIU, CHEN, SUNG, 2002).

No teste de emergência de plântulas, as sementes da testemunha, armazenadas em condições controladas e em laboratório, apresentaram desempenho superior às condicionadas; nestas, o armazenamento em condições de laboratório, originou a menor emergência de plântulas, para o lote 1 (Tabela 64).

O condicionamento seguido de secagem provocou queda na emergência das plântulas aos seis meses de armazenamento, para os lotes 2 e 3, sendo esta maior, quando o armazenamento foi realizado em condições controladas (Tabelas 66 e 68).

O tratamento das sementes (condicionamento + secagem) provocou a redução da percentagem de plântulas normais em relação à testemunha, no teste de envelhecimento acelerado, em todos os períodos de armazenamento, com exceção do período zero, para todos os lotes (Tabelas 64, 66 e 68).

Verificou-se, também, queda crescente da percentagem de plântulas normais, obtidas no teste de envelhecimento acelerado, durante o armazenamento. Porém, não houve alteração do desempenho da testemunha, em relação aos resultados obtidos na avaliação realizada antes do armazenamento. Para os lotes 2 e 3 o pior desempenho foi observado nas sementes condicionadas armazenadas em condições de laboratório (Tabelas 66 e 68).

Dessa forma pôde-se constatar que o condicionamento fisiológico seguido de secagem, principalmente quando aliado ao armazenamento em condições de laboratório (não controladas), reduziu o potencial de armazenamento das sementes,

quando comparado com a testemunha, uma vez que o teste de envelhecimento acelerado é utilizado para avaliar o potencial de armazenamento das sementes. No entanto, antes do armazenamento, esse teste não detectou diferenças entre os tratamentos.

De maneira semelhante ao observado nesta pesquisa, sementes de cenoura e alho-porró (DEARMAN, BROCKLEHURST, DREW, 1987), de alface (TARQUIS, BRADFORD, 1992), de pimentão (SARACCO et al., 1995) e de couve-flor e couve-de-bruxelas (THORNTON, POWELL, 1995) apresentaram pior desempenho que as não condicionadas no teste de envelhecimento acelerado ou de deterioração controlada.

Baseado nos resultados obtidos nos testes de germinação (velocidade e total), de emergência de plântulas e de envelhecimento acelerado, pode-se afirmar que há redução do potencial de armazenamento de sementes de couve-flor, provocada pelo condicionamento fisiológico. No entanto, os efeitos benéficos podem ser mantidos durante quatro meses de armazenamento, se este for realizado em condições controladas.

Em alguns trabalhos foi observada redução do potencial de armazenamento das sementes, em relação à testemunha, provocada pelo condicionamento fisiológico (TARQUIS, BRADFORD, 1992; MAUDE et al., 1994; CHOJNOWSKI, CORBINEAU, COME, 1997; McDONALD, 1999). Porém em outros, sementes condicionadas foram armazenadas por períodos de dois a 18 meses, sem perda da viabilidade e vigor das sementes (BROCKLEHURST, DEARMAN, DREW, 1987; THANOS, GEORGHIOU, PASSAM, 1989; GRZESIK, NOWAK, 1998; CHIU, CHEN, SUNG, 2002; ROSSETTO, LIMA, NAKAGAWA, 2002).

Resultados contraditórios aos do teste de envelhecimento acelerado foram obtidos no teste de lixiviação de potássio (Tabelas 64, 66 e 68).

O tratamento das sementes (condicionamento + secagem) diminuiu a quantidade de potássio lixiviado, em relação à testemunha, para todos os lotes. Com base nesse resultado, pode-se afirmar que o condicionamento foi eficiente na reestruturação das membranas celulares e que este efeito foi preservado pela secagem rápida, realizada

logo após o condicionamento. Comportamento semelhante foi observado no teste de velocidade de germinação.

A testemunha armazenada em condições controladas apresentou, aos dois meses de armazenamento, desempenho superior ao alcançado antes do armazenamento, para o lote 1 (Tabela 64). Aos seis meses de armazenamento sementes condicionadas, armazenadas em condições controladas, apresentaram diminuição da quantidade de potássio lixiviado em relação ao observado aos dois meses. Para o lote 2, o desempenho das sementes na avaliação realizada aos seis meses de armazenamento foi inferior ao alcançado aos dois e quatro meses (Tabela 66).

A quantidade de potássio lixiviado aos seis meses de armazenamento foi menor que a dos demais períodos, para a testemunha armazenada em condições de laboratório, para o lote 3 (Tabela 68). Para a testemunha armazenada em condições controladas houve diminuição da lixiviação de potássio aos dois meses de armazenamento, em relação aos resultados obtidos antes do armazenamento.

2.3.3.4.2- Teresópolis Gigante

Para o cultivar Teresópolis Gigante observou-se interação significativa de tratamentos e períodos de armazenamento para a velocidade de germinação e para o teste de envelhecimento acelerado, em todos os lotes (4, 5 e 6). Não foi observado efeito significativo de tratamentos e períodos de armazenamento sobre a percentagem de germinação em nenhum dos lotes estudados. Efeito significativo de períodos de armazenamento foi observado no teste de emergência de plântulas para os lotes 4 e 5; e para o 6, houve efeito significativo de tratamentos. Além disso, efeito significativo de tratamentos foi observado no teste de lixiviação de potássio, para todos os lotes, sendo que para o lote 6 também houve efeito de períodos de armazenamento.

O grau de umidade durante o armazenamento, para todos os tratamentos, nos três lotes, apresentou variação de até 1,6 pontos percentuais (Tabelas 69, 71 e 73). A variação entre os tratamentos atingiu até 2,4 pontos percentuais, para o lote 5, no último período de avaliação durante o armazenamento (seis meses).

Verificou-se que a embalagem utilizada (saco plástico aluminizado) restringiu as trocas de vapor d'água com o ambiente, pois mesmo quando o armazenamento foi realizado em condições de laboratório, não houve variação acentuada no grau de umidade das sementes, prevalecendo durante o armazenamento o efeito da temperatura.

Em relação à velocidade de germinação, o condicionamento fisiológico seguido de secagem proporcionou desempenho superior à testemunha, para todos os lotes do cultivar Teresópolis Gigante, antes do armazenamento (Tabelas 69, 71 e 73). Porém, nas avaliações realizadas aos dois, quatro e seis meses de armazenamento, o efeito dos tratamentos foi variável, dependendo do lote.

De maneira geral, observou-se maior velocidade de germinação nas sementes condicionadas, em relação à testemunha, principalmente quando o armazenamento foi realizado em condições controladas. No entanto, verificou-se queda desse parâmetro durante o armazenamento, tanto para sementes condicionadas quanto para aquelas da testemunha (Tabelas 69, 71 e 73). Isso é esperado, uma vez que ocorre deterioração natural durante o armazenamento, independentemente do tratamento. No entanto, pôde-se verificar que a velocidade de germinação foi sempre maior nas sementes submetidas ao condicionamento seguido de secagem, em relação à testemunha, em todos os períodos de armazenamento. Esses resultados foram similares aos obtidos para o cultivar Sharon, indicando que os efeitos benéficos do condicionamento sobre a velocidade de germinação não foram revertidos durante o armazenamento.

O condicionamento fisiológico seguido de secagem não alterou a percentagem de germinação em relação à testemunha, tanto para sementes armazenadas em condições de laboratório, quanto para as armazenadas em condições controladas, em todos os períodos de armazenamento, para todos os lotes (Tabelas 69, 71 e 73). Durante o armazenamento a percentagem de germinação permaneceu praticamente inalterada. Esse resultado era esperado, porque o condicionamento fisiológico geralmente não altera os resultados de germinação, porque este teste é realizado em condições ideais.

A percentagem de emergência de plântulas decresceu aos quatro meses de armazenamento em relação aos resultados obtidos aos dois e seis meses, para os lotes

4 e 6 (Tabelas 70, e 74). Para o lote 5, observou-se que sementes condicionadas armazenadas em condições controladas apresentaram desempenho superior àquelas da testemunha armazenada nessas mesmas condições (Tabela 72)

Verificou-se maior percentagem de plântulas normais no teste de envelhecimento acelerado, para as sementes do lote 4, submetidas ao condicionamento e secagem, armazenadas em condições controladas, em relação aos outros tratamentos, nas avaliações realizadas aos quatro e seis meses de armazenamento (Tabela 70).

Sementes dos lotes 5 e 6 que foram condicionadas e armazenadas em condições de laboratório apresentaram pior desempenho, no teste de envelhecimento acelerado, que as dos demais tratamentos, nas avaliações realizadas aos dois, quatro e seis meses de armazenamento (Tabelas 72 e 74).

Portanto, o condicionamento não foi o fator determinante da queda do potencial fisiológico, mas sim, as condições de armazenamento, para sementes do cultivar Teresópolis Gigante.

Houve queda crescente no desempenho das sementes condicionadas armazenadas em condições de laboratório, no teste de envelhecimento acelerado, a partir de quatro meses de armazenamento, para todos os lotes (Tabela 70, 72 e 74). Para o lote 5, observou-se também queda no desempenho das sementes armazenadas em condições controladas, após seis meses de armazenamento, independente do tratamento (condicionadas ou não). Para o lote 6, o condicionamento aliado ao armazenamento em condições controladas provocou queda no desempenho das sementes, a partir de dois meses de armazenamento (Tabela 74).

O condicionamento fisiológico provocou queda na quantidade de potássio lixiviado das sementes em relação à testemunha, independente das condições de armazenamento, em todos os lotes (Tabelas 70, 72 e 74).

De maneira geral, o condicionamento seguido de secagem das sementes proporcionou maior velocidade de germinação, além de reduzir a quantidade de potássio lixiviado, em relação à testemunha, nos dois cultivares estudados. Esse desempenho superior das sementes submetidas ao condicionamento permaneceu durante quatro meses de armazenamento. Aos seis meses de armazenamento houve queda da percentagem de emergência de plântulas, para o cultivar Sharon.

Durante o armazenamento verificou-se queda na velocidade de germinação principalmente para sementes submetidas ao condicionamento, mas essas ainda continuaram com desempenho superior ao das testemunhas. Já no teste de envelhecimento acelerado observou-se queda crescente do potencial fisiológico das sementes condicionadas e secadas em relação à testemunha, tanto para o cultivar Sharon quanto para o Teresópolis Gigante.

De acordo com Welbaum et al. (1998), as diferenças nos procedimentos adotados para a avaliação dos efeitos do condicionamento sobre o potencial de armazenamento das sementes pode ser a responsável pela falta de um consenso a esse respeito. Oluoch, Welbaum (1996) citados por Welbaum (1998), verificaram que quando foram utilizados testes de vigor para a avaliação dos efeitos do condicionamento sobre o potencial de armazenamento das sementes, geralmente este foi reduzido pelo condicionamento. Esses mesmos autores relataram que o potencial de armazenamento das sementes condicionadas foi semelhante ao das não condicionadas, quando foi usada a percentagem total de germinação.

Tabela 69- Resultados de germinação (velocidade e total) e grau de umidade de sementes de couve-flor do lote 4 do cultivar Teresópolis Gigante, submetidas ao condicionamento e secagem (C), testemunha (T), armazenadas em condições de laboratório (CL) ou em condições controladas (CC), avaliadas com 0, 2, 4 e 6 meses de armazenamento

Tratamentos	Períodos de armazenamento (meses)				Médias
	0	2	4	6	
Grau de umidade (%)					
TCL	5,61	6,69	6,63	6,98	
CCL	6,08	6,87	7,12	7,27	
TCC	5,61	6,11	5,84	5,49	
CCC	6,08	6,46	6,13	5,80	
Velocidade de germinação (índice)					
TCL	14,68 Ba	12,72 Bbc	13,54 Bb	12,42 Bc	13,34
CCL	17,13 Aa	14,40 Ab	15,26 Ab	14,81 Ab	15,40
TCC	14,68 Ba	12,44 Bb	14,05 Ba	13,06 Bb	13,56
CCC	17,13 Aa	14,27 Ab	14,04 Bb	14,19 Ab	14,91
Médias	15,90	13,45	14,22	13,62	
CV(%)	3,52				
Germinação (%)					
TCL	93	93	91	91	92
CCL	95	95	96	92	94
TCC	93	92	94	92	92
CCC	95	92	94	90	93
Médias	94	93	94	91	
CV(%)	3,81				

Letras maiúsculas: comparações dentro de cada coluna (Tukey, $p \leq 0,05$)

Letras minúsculas: comparação dentro de cada linha (Tukey, $p \leq 0,05$)

Tabela 70 - Resultados dos testes de emergência de plântulas, de envelhecimento acelerado e de lixiviação de potássio de sementes de couve-flor do lote 4 do cultivar Teresópolis Gigante, submetidos ao condicionamento e secagem (C), testemunha (T), armazenadas em condições de laboratório (CL) ou em condições controladas (CC), avaliadas com 0, 2, 4 e 6 meses de armazenamento

Tratamentos	Períodos de armazenamento (meses)				Médias
	0	2	4	6	
Emergência de plântulas (%)					
TCL	88	93	85	90	89
CCL	92	92	88	93	91
TCC	88	92	88	89	89
CCC	92	92	80	95	90
Médias	90 ab	92 a	85 b	92 a	
CV(%)	6,65				
Envelhecimento acelerado (%)					
TCL	89 Aa	88 Aa	88 ABa	84 ABa	87
CCL	93 Aab	94 Aa	86 Bb	76 Bc	87
TCC	89 Aa	88 Aa	87 ABa	81 Ba	86
CCC	93 Aa	91 Aa	94 Aa	89 Aa	92
Médias	91	90	89	82	
CV(%)	4,70				
Lixiviação de potássio (ppm/g)					
TCL	437,02	401,93	436,72	407,66	420,83 B
CCL	231,61	296,57	236,41	247,50	253,02 A
TCC	437,02	394,17	478,20	453,11	440,62 B
CCC	231,61	270,36	292,58	300,88	273,86 A
Médias	334,31	340,76	360,97	352,29	
CV(%)	14,33				

Letras maiúsculas: comparações dentro de cada coluna (Tukey, $p \leq 0,05$)

Letras minúsculas: comparação dentro de cada linha (Tukey, $p \leq 0,05$)

Tabela 71 - Resultados de germinação (velocidade e total) e grau de umidade de sementes de couve-flor do lote 5 do cultivar Teresópolis Gigante, submetidas ao condicionamento e secagem (C), testemunha (T), armazenadas em condições de laboratório (CL) ou em condições controladas (CC), avaliadas com 0, 2, 4 e 6 meses de armazenamento

Tratamentos	Períodos de armazenamento (meses)				Médias
	0	2	4	6	
Grau de umidade (%)					
TCL	5,67	6,68	6,87	7,22	
CCL	7,38	7,90	8,02	8,09	
TCC	5,67	6,24	6,09	5,66	
CCC	7,38	7,32	6,99	6,43	
Velocidade de germinação (índice)					
TCL	15,29 Ba	14,06 ABb	14,73 ABab	13,61 Bb	14,42
CCL	19,14 Aa	14,21 Ab	15,52 Ab	15,08 Ab	16,09
TCC	15,29 Ba	13,32 Bb	14,10 Bab	14,82 Aa	14,38
CCC	19,14 Aa	15,07 Ab	15,40 Ab	15,24 Ab	16,21
Médias	17,21	14,26	14,94	14,69	
CV(%)	4,22				
Germinação (%)					
TCL	95	96	96	93	95
CCL	98	95	95	95	96
TCC	95	93	96	98	95
CCC	98	96	97	95	96
Médias	97	95	96	95	
CV(%)	3,10				

Letras maiúsculas: comparações dentro de cada coluna (Tukey, $p \leq 0,05$)

Letras minúsculas: comparação dentro de cada linha (Tukey, $p \leq 0,05$)

Tabela 72 - Resultados dos testes de emergência de plântulas, de envelhecimento acelerado e de lixiviação de potássio de sementes de couve-flor do lote 5 do cultivar Teresópolis Gigante, submetidos ao condicionamento e secagem (C), testemunha (T), armazenadas em condições de laboratório (CL) ou em condições controladas (CC), avaliadas com 0, 2, 4 e 6 meses de armazenamento

Tratamentos	Períodos de armazenamento (meses)				Médias
	0	2	4	6	
Emergência de plântulas (%)					
TCL	96	95	95	89	94AB
CCL	96	94	94	98	95AB
TCC	96	93	88	91	92B
CCC	96	96	96	97	96A
Médias	96	94	93	93	
CV(%)	4,64				
Envelhecimento acelerado (%)					
TCL	92 Aa	91 Aa	93 Aa	88 Aa	91
CCL	97 Aa	79 Bb	54 Bc	22 Bd	63
TCC	92 Aa	92 Aa	94 Aa	79 Ab	89
CCC	97 Aa	95 Aab	92 Aab	85 Ab	92
Médias	94	89	83	68	
CV(%)	6,31				
Lixiviação de potássio (ppm/g)					
TCL	523,85	520,96	525,52	478,88	512,30 B
CCL	218,61	287,92	216,96	294,47	265,74 A
TCC	523,85	512,22	513,61	588,08	534,44 B
CCC	218,61	304,79	296,87	353,98	293,56 A
Médias	371,23	406,47	399,49	428,85	
CV(%)	14,66				

Letras maiúsculas: comparações dentro de cada coluna (Tukey, $p \leq 0,05$)

Letras minúsculas: comparação dentro de cada linha (Tukey, $p \leq 0,05$)

Tabela 73 - Resultados de germinação (velocidade e total) e grau de umidade de sementes de couve-flor do lote 6 do cultivar Teresópolis Gigante, submetidas ao condicionamento e secagem (C), testemunha (T), armazenadas em condições de laboratório (CL) ou em condições controladas (CC), avaliadas com 0, 2, 4 e 6 meses de armazenamento

Tratamentos	Períodos de armazenamento (meses)				Médias
	0	2	4	6	
Grau de umidade (%)					
TCL	5,72	6,35	6,70	7,31	
CCL	7,83	8,09	8,34	7,91	
TCC	5,72	6,16	5,94	5,76	
CCC	7,83	7,94	7,40	6,63	
Velocidade de germinação (índice)					
TCL	14,13Ba	12,59Bb	13,29ABab	12,93Bab	13,23
CCL	18,01Aa	13,99ABb	14,21ABb	14,29ABb	15,10
TCC	14,13Ba	12,86Aba	12,74Ba	13,90Aba	13,41
CCC	18,01Aa	14,12Ab	14,43Ab	14,88Ab	15,36
Médias	16,07	13,39	13,64	14,00	
CV(%)	5,26				
Germinação (%)					
TCL	92	93	92	91	92
CCL	96	92	90	94	93
TCC	92	94	93	96	94
CCC	96	93	92	93	93
Médias	94	93	92	93	
CV(%)	4,52				

Letras maiúsculas: comparações dentro de cada coluna (Tukey, $p \leq 0,05$)

Letras minúsculas: comparação dentro de cada linha (Tukey, $p \leq 0,05$)

Tabela 74 - Resultados dos testes de emergência de plântulas, de envelhecimento acelerado e de lixiviação de potássio de sementes de couve-flor do lote 6 do cultivar Teresópolis Gigante, submetidos ao condicionamento e secagem (C), testemunha (T), armazenadas em condições de laboratório (CL) ou em condições controladas (CC), avaliadas com 0, 2, 4 e 6 meses de armazenamento

Tratamentos	Períodos de armazenamento (meses)				Médias
	0	2	4	6	
Emergência de plântulas (%)					
TCL	88	89	85	89	87
CCL	91	92	87	93	91
TCC	88	94	86	92	90
CCC	91	93	87	93	91
Médias	90 ab	92 a	87 b	92 a	
CV(%)	5,13				
Envelhecimento acelerado (%)					
TCL	86 Aa	85 ABa	86 ABa	83 Aa	85
CCL	94 Aa	76 Bb	54 Cc	27 Bd	63
TCC	86 Aa	88 Aa	87 Aa	88 Aa	87
CCC	94 Aa	84 ABb	77 Bb	80 Ab	84
Médias	90	83	76	69	
CV(%)	6,63				
Lixiviação de potássio (ppm/g)					
TCL	432,85	520,81	433,80	473,84	465,33 B
CCL	314,44	306,15	324,04	365,41	327,51 A
TCC	432,85	482,21	529,38	582,43	506,72 B
CCC	314,44	329,30	368,10	378,17	347,50 A
Médias	374,65 a	409,62 ab	413,83 ab	449,96 b	
CV(%)	17,27				

Letras maiúsculas: comparações dentro de cada coluna (Tukey, $p \leq 0,05$)

Letras minúsculas: comparação dentro de cada linha (Tukey, $p \leq 0,05$)

2.3.5 Considerações gerais

Durante a condução da pesquisa buscou-se selecionar métodos eficientes para avaliação do potencial fisiológico de sementes de couve-flor. Também se buscou determinar a relação existente entre o potencial fisiológico das sementes e o desempenho das plântulas e das plantas em campo. Além disso, foram estudadas técnicas para o condicionamento fisiológico, visando a beneficiar o desempenho das sementes e procedimentos pós-condicionamento visando à manutenção dos efeitos benéficos do condicionamento durante o armazenamento.

Considerando-se os testes de vigor, verificou-se que, os testes de envelhecimento acelerado tradicional, a 41°C durante 48 horas, de envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl, a 45°C durante 72 horas, e de deterioração controlada (sementes com grau de umidade inicial de 20% ou 22%, a 45°C, durante 24 horas) demonstraram sensibilidade suficiente para a avaliação do potencial fisiológico de sementes de couve-flor.

Da mesma forma, a utilização da combinação 50 sementes/75ml de água e avaliação a partir de quatro horas de embebição, permitiu a separação de lotes em diferentes níveis de vigor, por meio do teste de condutividade elétrica. Resultado semelhante ao do teste de condutividade elétrica foi observado com o uso do procedimento 25 sementes/50ml de água e avaliação a partir de 30 minutos de embebição, para o teste de lixiviação de potássio.

Quanto à relação entre os testes de vigor e o desempenho das plântulas e das plantas, observou-se que, os testes de envelhecimento acelerado ou de deterioração controlada devem ser usados conjuntamente com os de condutividade elétrica ou de lixiviação de potássio, para que sejam identificados lotes com possibilidade de apresentar comportamento diferenciado das plantas em campo.

No primeiro experimento, visando à identificação da relação entre o potencial fisiológico das sementes e o desempenho das plântulas e plantas, não foram observadas diferenças significativas entre os lotes. No entanto, no segundo, conduzido um ano após o primeiro, o nível de vigor das sementes influenciou o crescimento inicial (até 42 dias após a semeadura). Verificou-se, ainda, que houve influência do nível de

vigor das sementes sobre o diâmetro da cabeça. Isso pode ter sido devido à necessidade de replantio de mudas, provenientes de lotes de sementes menos vigorosas, provocando atraso no crescimento da planta.

Quanto à definição de procedimentos para o condicionamento fisiológico de sementes de couve-flor, verificou-se melhor desempenho das que foram hidrocondicionadas entre quatro e seis folhas de papel toalha, até teores de água de 38% para 'Sharon' e de 41% para 'Teresópolis Gigante', em relação à testemunha. O osmocondicionamento prejudicou ou não beneficiou a velocidade de germinação e de emergência de plântulas, para o cultivar Sharon, e a percentagem de emergência de plântulas, para o Teresópolis Gigante. Os menores teores de água utilizados para o hidrocondicionamento, não foram tão eficientes quanto os maiores, em beneficiar o desempenho das sementes.

Na definição dos melhores procedimentos a serem aplicados após o condicionamento visando à manutenção dos seus efeitos benéficos durante o armazenamento, destacaram-se os de secagem rápida e de choque térmico durante três horas para 'Sharon'. Para 'Teresópolis Gigante', houve destaque para o método de secagem rápida seguido pelo de incubação em PEG 6000 durante 120 horas e de choque térmico durante três horas. O método de incubação a 35°C, não foi eficiente na manutenção dos efeitos do condicionamento fisiológico sobre o desempenho de sementes de couve-flor.

Quanto ao comportamento das sementes submetidas ao condicionamento fisiológico e secagem, durante o armazenamento, verificou-se maior velocidade de germinação e menor quantidade de potássio lixiviado em relação à testemunha, nos dois cultivares estudados, em todos os períodos de armazenamento. No entanto, no teste de envelhecimento acelerado observou-se queda crescente do potencial fisiológico das sementes condicionadas e secadas em relação à testemunha, tanto para o cultivar Sharon quanto para o Teresópolis Gigante.

Verificou-se pior desempenho das sementes armazenadas em condições de laboratório, em relação às armazenadas em condições controladas. As sementes condicionadas apresentaram maior sensibilidade às condições de armazenamento que as da testemunha.

Os procedimentos de condicionamento fisiológico e secagem de sementes de couve-flor, selecionados nesta pesquisa, permitiram a manutenção dos efeitos benéficos do condicionamento durante o armazenamento, principalmente quando este foi realizado em condições controladas. A manutenção dos efeitos do condicionamento ocorreu por um período de quatro meses, a partir do qual houve queda na percentagem de emergência de plântulas, para o cultivar Sharon.

3 CONCLUSÕES

a) Os testes de envelhecimento acelerado tradicional, a 41°C durante 48 horas, de envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl, a 45°C durante 72 horas, e de deterioração controlada (sementes com grau de umidade inicial de 20% ou 22%, a 45°C, durante 24 horas) demonstram sensibilidade para a avaliação do potencial fisiológico de sementes de couve-flor.

b) A utilização da combinação 50 sementes/75ml de água e avaliação a partir de quatro horas de embebição, no teste de condutividade elétrica e de 25 sementes/50ml de água e avaliação a partir de 30 minutos de embebição, para o teste de lixiviação, permitem a separação de lotes em diferentes níveis de vigor.

c) Os resultados dos testes de envelhecimento acelerado ou de deterioração controlada devem ser usados conjuntamente com os obtidos nos de condutividade elétrica ou de lixiviação de potássio, para que sejam identificados lotes com possibilidade de apresentar comportamento diferenciado das plantas em campo.

d) O nível de vigor das sementes influencia o desenvolvimento inicial das plantas, quando as diferenças entre o potencial fisiológico dos lotes são acentuadas, mas esse efeito não persiste em fases mais adiantadas e não afeta a produção da cultura.

e) O hidrocondicionamento entre quatro e seis folhas de papel toalha, até a obtenção de teores de água próximos ao da emissão da raiz primária é eficiente para sementes de couve-flor.

f) A secagem rápida ou o choque térmico seguido de secagem rápida, são eficientes para a manutenção de efeitos benéficos do hidrocondicionamento de sementes de couve-flor.

g) O armazenamento em condições controladas (20°C e umidade relativa de 50%) permite a manutenção dos efeitos benéficos do hidrocondicionamento, durante quatro meses.

REFERÊNCIAS

- 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.
- ALVARADO, A.D.; BRADFORD, K.J. Priming and storage of tomato seeds. 1. Effects of storage temperature on germination rate and viability. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 16, n.3, p.610-612, 1988.
- ANDRADE, R.N.; SANTOS, D.S.B.; SANTOS FILHO, B.F.; 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.2, 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.
- ARGERICH, C.A.; BRADFORD, K.J.; TARQUIS, A.M. The effects of priming and ageing on resistance to deterioration of tomato seeds. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.40, n.214, p.593-598, 1989.
- ARMSTRONG, H.; McDONALD, M.B. Effects of osmoconditioning on water uptake and electrical conductivity in soybean seeds. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.20, n.3, suppl., p.391-400, 1992.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigor testing handbook**. East Lansing, 1983. 93p. (Contribution, 32).
- BARROS, M.A.; OHSE, S.; MARCOS FILHO, J. Íon leakage as indicator of vigor in field bean seeds. **Seed Technology**, Lansing, v.21, n.1, p.44-48, 1999.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination**. New York: Plenum Press, 1985. 367p.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: Physiology of development and germination**. New York: Plenum Press, 1994. 444p.
- BHÉRING, M.C.; BARROS, D.I.; DIAS, D.C.F.S.; NUNES, H.V. Testes para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de berinjela. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.11, n.2, p.203, 2001.
- BITTENCOURT, M.L.C.; DIAS, D.C.F.S.; DIAS, L.A.S.; ARAÚJO, E.F. Germination and vigour of primed asparagus seeds. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.62, n.4, p.319-324, 2005.

BLANCO, M.C.S.G.; GROPPPO, G.A.; TESSARIOLI NETO, J. Couve-flor (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis* L.). In: COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL – Cati **Manual técnico das culturas**. 2.ed. Campinas: Cati, 1997. v.2. p.57-61.

BOOIJ, R. Environmental factor in curd initiation and curd growth of cauliflower in the field. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, Wageningen, v.35, n.4, p.435-445, 1987.

BRADFORD, K.J. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. **HortScience**, Alexandria, v.21, n.5, p.1105-1112, 1986.

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

BRAY, C.M. Biochemical processes during the osmopriming of seeds. In: KIEGEL, J.; GALILI, G. (Ed.). **Seed development and germination**. New York: Marcel Dekker, 1995. chap. 28, p.767-789.

BROCKLEHURST, P.A.; DEARMAN, J. Interactions between seed priming treatments and nine seed lots of carrot, celery and onion. I. Laboratory germination. **Annals of Applied Biology**, Wellesbourne, v.102, p.577-584, 1983.

BROCKLEHURST, P.A.; DEARMAN, J.; DREW, R.L.K. Recent developments in osmotic treatment of vegetable seeds. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 215, p.193-201, 1984.

BRUGGINK, T.; TOORN, P. van der. Induction of desiccation tolerance in germinated seeds. **Seed Science Research**, New York, v.5, n.1, p.1-4, 1995.

BRUGGINK, G.T.; OOMS, J.J.J.; TOORN, P. van der. Induction of longevity in primed seeds. **Seed Science Research**, New York, v.9, n.1, p.49-53, 1999.

BURGASS, R.W.; POWELL, A.A. Evidence for repair processes in the invigoration of seeds by hydration. **Annals of Botany**, London, v.53, p.753-757, 1984.

BURRIS, J.S. Seed/seedling vigor and field performance. **Journal of Seed Technology**, Fort Collins, v.1, n.2, p.58-74, 1976.

CALIARI, M.F.; MARCOS FILHO, J. Comparação entre métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de ervilha. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.12, n.1, p.52-75, 1990.

CARPI, S.M.F.; BARBEDO, C.J.; MARCOS FILHO, J. Condicionamento osmótico de sementes de *Cedrela fissilis* Vell. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.18, n.2, p.271-275, 1996.

CARVALHO, N.M. Vigor de sementes. In: CÍCERO, S.M.; MARCOS FILHO, J.; SILVA, W.R. (Coord.). **Atualização em produção de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1986. cap.11. p. 207-223.

CARVALHO, N.M.; TOLEDO, F.F. Relationships between available space for plant development and seed vigour in peanut (*Arachis hypogaea*) plant performance. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.6, p.907-910, 1978.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: Funep, 2000. 588p.

CASEIRO, R.F. **Métodos para condicionamento fisiológico de sementes de cebola e influência da secagem e armazenamento**. 2003. 109p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

CASEIRO, R.F.; BENNETT, M.A.; MARCOS FILHO, J. Comparison of three priming techniques for onion seed differing in initial seed quality. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 32, n.2, p.365-375, 2004.

CASEIRO, R.F.; MARCOS FILHO, J. Métodos para a secagem de sementes de cebola submetidas ao condicionamento fisiológico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.4, p.887-892, 2005.

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

CHIU, D.Y.; CHEN, C.L.; SUNG, J.M. Effect of priming temperature on storability of primed sh-2 sweet corn seed. **Crop Science**, Madison, v.42, n.6, p.1996-2003, 2002.

CHOJNOWSKI, M.; CORBINEAU, F.; COME, D. Physiological and biochemical changes induced in sunflower seeds by osmopriming and subsequent drying, storage and aging. **Seed Science Research**, New York, v.7, n.4, p. 323-331, 1997.

COOLBEAR, P.; NEWELL, A.J.; BRYANT, J.A. An evaluation of the potential of low temperature presowing treatments of tomato seeds as a means of improving germination performance. **Annals of Applied Biology**, Wellesbourne, v.110, p.185-194, 1987.

COMPÊNDIO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS: guia prático de produtos fitossanitários para uso agrícola. 6.ed. São Paulo: Organização Andrei, 1999. 672p.

CORTES, P.M.; SPAETH, S.C. Potassium leakage from artificially aged pea (*Pisum sativum* L.) embryos during imbibition. **Journal of seed technology**, Fort Collins, 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**, Zürich, v.25, n.3, p.549-564, 1997.

DEARMAN, J. BROCKLEHURST, P.AL; DREW, R.L. Effects of osmotic priming and ageing on onion seed germination. **Annals of Applied Biology**, Wellesbourne, v.108, p.639-648, 1986.

DEARMAN, J. BROCKLEHURST, P.AL; DREW, R.L. Effects of osmotic priming and ageing on the germination and emergence of carrot and leek seed. **Annals of Applied Biology**, Wellesbourne, v.111, p. 717-722, 1987.

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.

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**, Zürich, v. 33, p.481-484, 2005.

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

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.; VIEIRA, A.N.; BHÉRING, 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.

DIAS, D.C.F.S.; MARCOS FILHO, J.; CARMELLO, Q.A.C. Potassium leakage test for the evaluation of vigour in soybean seeds. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.25, n.1, p.7-18, 1997.

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

DREW, R.L.K.; HANDS, L.J.; GRAY, D. Relating the effects of priming to germination of unprimed seeds. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.25, 537-548, 1997.

EGLI, D.B.; WHITE, G.M.; TeKRONY, D.M. Relationship between seed vigor and the storability of soybean seed. **Journal of Seed Technology**, Fort Collins, v. 3, p. 1-11, 1979.

EIRA, M.T.S.; MARCOS FILHO, J. Condicionamento osmótico de sementes de alface: I. Efeitos sobre a germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.12, n.1, p.9-27, 1990.

ELLIS, R.H. Seed and seedling vigor in relation of crop growth and yield. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v.11, n.1, p.249-255, 1992.

FAHL, J.L.; CAMARGO, M.B.P.; PIZZINATO, M.A.; BETTI, J.A.; MELO, A.M.T.; DEMARIA, I.C.; FURLANI, A.M.C. (Ed.) **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. 6.ed. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1998. 396p. (Boletim 200).

FERREIRA, F.A. Efeito do clima sobre as brássicas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.9, n.98, p.12-14, 1983.

FESSEL, S.A.; VIEIRA, R.D.; RODRIGUES, T.J.D. Germinação de sementes de alface submetidas a condicionamento osmótico durante o armazenamento. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 59, n.1, p.73-77, 2002.

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, n.3, 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. *italica* Plenk). **Científica**, Jaboticabal, v.33, n.1, p.27-34, 2005.

FESSEL, S.A.; VIEIRA, R.D.; RODRIGUES, T.J.D. Germinação de sementes de alface submetidas a condicionamento osmótico durante o armazenamento. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 59, n.1, p.73-77, 2002.

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

FINCH-SAVAGE, W.E. A comparison of Brussels sprout seedling establishment from natural and low-moisture content germinated seeds. **Annals of Applied Biology**, Wellesbourne, v. 113, p.425-429, 1988.

FINCH-SAVAGE, N.E.; MCKEE, J.M.T. The influence of seed quality and pregermination treatment on cauliflower and cabbage transplant production and field growth. **Annals of Applied Biology**, Wellesbourne, v.116, n.1, p.365-369, 1990.

FINCH-SAVAGE, W.E.; GRAY, D.; DICKSON, G.M. The combined effects of osmotic Priming with plant growth regulator and fungicide soaks on the seed quality of five bedding plant species. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 19, p.495-503, 1991.

FRANZIN, S.M.; MENEZES, N.L.; GARCIA, D.Z.; SANTOS, O.S. Efeitos do vigor das sementes sobre a formação de mudas de alface. **Informativo Abrates**, Londrina, v.13, n.3, p.305, 2003.

FUJIKURA, Y.; KRAAK, H.L.; BASRA, A.S.; KARSSSEN, C.M. Hydropriming, a simple and inexpensive priming method. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 21, p.639-642, 1993.

GAMIELY, S.; SMITTLE, D.A.; MILLS, H.A.; BANNA, G.I. Onion seed size, weight and elemental content affect germination and bulb yield. **Hortscience**, Alexandria, v.25, n.5, p.522-523, 1990.

GEORGHIOU, K.; THANOS, C.A.; PASSAM, H.C. Osmoconditioning as a means of counteracting the ageing of pepper seeds during high temperature storage. **Annals of Botany**, London, v.60, n.3, p.279-285, 1987.

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.

GLOBIRSON, D. The quality of lettuce seed harvested at different times after anthesis. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.9, n.4, p.881-886, 1981.

GRAY, D.; STECKEL, J.R.A.; DREW, R.L.K.; KEEFE, P.D. The contribution of seed characters to carrot plant and root size variability. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.19, n.3, p.655-664, 1991.

GRZESIK, M.; NOWAK, J. Effects of matricconditioning and hydropriming on *Helichrysum bracteatum* L. seed germination, seedling emergence and stress tolerance. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 26, n.2, p.363-376, 1998.

GUEDES, A.C.; CANTLIFFE, D.J. Germination of lettuce seeds at high temperature after seed priming. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.105, n.6, p.777-781, 1980.

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. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.3, n.3, p.138, 1993.

HAMPTON, J.G. What is seed quality? **Seed Science and Technology**, Zürich, v.30, n.1, p.1-10, 2002.

HAMPTON, J.G.; TeKRONY, D.M. (Ed.). INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION – ISTA. **Handbook of vigour test methods**. 3rd ed. 117p. 1995.

HAMPTON, J.G.; BRUNTON, B.J.; PEMBERTON, G.M.; ROWARTH, J.S. Temperature and time variables for accelerated ageing testing of pea (*Pisum sativum* L.) seed. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 32 n.1, p. 261-264, 2004.

HEYDECKER, W.; COOLBEAR, P. Seed treatments for improved performance: survey and attempted prognosis. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.5, n.2, p.353-425, 1977.

HEYDECKER, W., HIGGINS, J., TURNER, Y.J. Invigoration of seeds. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.3, p.881-888, 1975.

HILHORST, J.; LEPRINCE, O. Germination: Topics I to IV. Lavras : UFLA, 1998. **Seed Physiology Course Symposium UFLA/WAV – Lavras – MG, Brasil, 19-24/10/1998.**

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION – ISTA. **International rules for seed testing.** Zürich, Switzerland, 2003.

JETT, L.W.; WELBAUM, G.E. Changes in broccoli (*Brassica oleracea* L.) seed weight, viability, and vigour during development and following drying and priming. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.24, n.1, p.127-137, 1996.

JIANHUA, Z.; McDONALD, M.B. The saturated salt accelerated aging for small-seeded crops. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.25, p.123-131, 1997.

KHAN, A.A. Preplant physiological seed conditioning. **Horticultural Reviews**, New York, v.13, p.131-181, 1992.

KHAN, A.A.; PECK, N.J.; SAMIMY, C. Seed osmoconditioning: physiological and biochemical changes. **Israel Journal of Botany**, Jerusalem, v.29, p.133-144, 1980-81.

KIMOTO, T. Nutrição e adubação de repolho, couve-flor e brócolo. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO DE HORTALIÇA, 1993, Piracicaba. **Anais...**Piracicaba, 1993. p.149-177.

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

KOLASINSKA, K.; SZYRMER, J.; DUL, S. Relationship between laboratory seed quality tests and field emergence of common bean seed. **Crop Science**, Madison, v.40, p.470-475, 2000.

KOSTER, K.L.; LEOPOLD, A.C. Sugar and desiccation tolerance in seeds. **Plant Physiology**, Rockville, v. 88, p. 829-832, 1988.

LARSEN, S.U.; POVLSEN, F.V.; ERIKSEN, E.N.; PEDERSEN, H.C. The influence of seed vigour on field performance and the evaluation of the applicability of the controlled deterioration vigour test in oil seed rape and pea. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.26, n.4, p.627-641, 1998.

LIN, R.J.; CHEN, K.Y.; CHEN, C.L.; CHEN, J.J.; SUNG, J.M. Slow post-hydration drying improves initial quality but reduces longevity of primed bitter melon seeds. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.106, n.1, p.114-124, 2005.

LINGEGOWDA, H.; ANDREWS, H. Effects of seed size in cabbage and turnip on performance of seeds, seedlings and plants. **Proceedings of the Association of Official Seed Analysts**, Washington, v.63, p.117-125, 1973.

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, p.37-53, 1988.

LOTT, J.N.A.; CAVDEK, V.; CARSON, L. Leakage of K, Mg, Cl, Ca and Mn from imbibing seeds, grains and isolated seed parts. **Seed Science Research**, New York, v.1, n.2, p.229-233, 1991.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling vigour. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p.176-177, 1962.

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

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

MARCOS FILHO, J. Pesquisa sobre vigor de sementes de hortaliças. **Informativo ABRATES**, Londrina, vol 11, n. 3, p.63-75, 2001.

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

MARCOS FILHO, J.; SILVA, W.R.; NOVENBRE, A.D.L.C.; CHAMMA, H.M.C.P. Estudo comparativo de métodos para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, com ênfase ao 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 oleracea* L. var. *italica* Plenck). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.24, n.2, p.96-101, 2002.

MATTHEWS, S. Controlled deterioration: a new vigour test for crop seeds. In: HEBBLETHWAITE, P.D. **Seed production**. London: Butterworths, 1980. p. 647-660.

MATTHEWS, S.; BRADNOCK, W.T. The detection of seed samples of wrinkle-seeded peas (*Pisum sativum* L.) of potentially low planting value. **Proceedings of the International Seed Testing Association**, Zürich, v.32, n.2, p.553-563, 1967.

MATTHEWS, S.; POWELL, A.A. Environmental and physiological constraints on field performance of seeds. **HortScience**, Alexandria, v.21, n.5, p.1125-1128, 1986.

MAUDE, R.B.; DREW, R.L.K.; GRAY, D.; BUJALSKI, W.; NIENOW, A.W. The effect of storage on the germination and seedling abnormalities of leek seeds primed and dried by different methods. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.22, p.299-311, 1994.

McCORMAC, A.C.; KEEFE, P.D. Cauliflower (*Brassica oleracea* L.) seed vigour: imbibition effects. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.41, n.228, p.893-899, 1990.

McDONALD, M.B. Seed deterioration: physiology, repair and assessment. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.27, p. 177-237, 1999.

MENDONÇA, E.A.F.; RAMOS, N.P.; FESSEL, S.A.; SADER, R. Teste de deterioração controlada em sementes de brocoli (*Brassica oleraceae* L. var. *italica*). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, n.1, p.280-287, 2000.

MIGUEL, M.V.C.; MARCOS FILHO, J. Potassium leakage and maize seed physiological potential. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.59, n.2, p.315-319, 2002.

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.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYŻANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap.2, p.1-24.

NASCIMENTO, W.M. Condicionamento osmótico de sementes de hortaliças: potencialidades e implicações. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.16, n.2, p.106-109, 1998.

NASCIMENTO, W.M.; ARAGÃO, F.A.S. Muskmelon seed priming in relation to seed vigor. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 61, p.114-117, 2004.

NASCIMENTO, W.M.; WEST, S.H. Microorganism growth during muskmelon seed priming. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.26, n.2, p.531-534, 1998.

NOVEMBRE, A.D.L.C.; DIAS, D.C.F.S.; CHAMMA, 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, 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.

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.

PANDEY, D.K. Priming induced repair in French bean seeds. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.16, n.2, p.527-532, 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 Agrícola**, Piracicaba, v.58, n.3, p.525-531, 2001a.

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

PARERA, C.A.; CANTLIFFE, D.J. Presowing seed priming. **Horticultural Reviews**, New York, v.16, p.109-139, 1994.

PARMAR, M.T.; MOORE, R.P. Effect of simulate growth by polyethylene glycol solutions on corn germination and seedling development. **Agronomy Journal**, Madison, v.58, n.4, p.391-392, 1996.

PEÑALOZA, A.P.S.; EIRA, M.T.S. Hydration-dehydration treatments on tomato seeds (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Seed Science and Technology**, Zürich, v.21, p.309-316, 1993.

PEREIRA, R.S.; NASCIMENTO, W.M. Testes de vigor na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de alface. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.13, n.3, p.428, 2003.

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.

PILL, W.A. Low water potential and presowing germination treatments to improve seed quality. In: BASRA, A.S. **Seed Quality: basic mechanisms and agricultural implications**. Binghamton, NY: The Haworth Press, 1995. cap.10, p.319-359.

POWELL, A.A. Cell membranes and seed leachate conductivity in relation to the quality of seed for sowing. **Journal of Seed Technology**, Fort Collins, v.10, n.2, p.81-100, 1986.

POWELL, A.A. The controlled deterioration test. In: VAN DER VENTER, H.A. (Ed.). **Seed vigour testing seminar**. Copenhagen: The International Seed Testing Association, 1995. p. 73-87.

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

POWELL, A.A.; YULE, L.J.; JING, H-C.; GROOT, S.P.C., BINO, R.J.; PRITCHARD, H.W. The influence of aerated hydration seed treatment on seed longevity as assessed by the viability equations. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.51, n.353, p.2031-2043, 2000.

RAIJ, B.van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas, Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1997. 285p. (Boletim técnico, 100).

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

RAO, S.C.; AKERS, S.W.; AHRING, R.M. Priming brassica seed to improve emergence under different temperatures and soil moisture conditions. **Crop Science**, Madison, v.27, p.1050-1053, 1987.

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.

RODO, A.B.; MARCOS FILHO, J. Accelerated aging and controlled deterioration for the determination of the physiological potential of onion seeds. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.60, n.2, 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.; PERLEBERG, C.S.; TORRES, S.B.; GENTIL, D.F.O.; TESSARIOLI NETO, J. Qualidade fisiológica e tamanho de sementes de cenoura. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.58, n.1, p.201-204, 2001.

ROSSETTO, 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.1, p.171-178, 1995.

ROSSETTO, C.A.V.; LIMA, T.M.L.; NAKAGAWA, J. Qualidade fisiológica e potencial de armazenamento de sementes de tomate submetidas ao condicionamento osmótico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.4, p.630-634, 2002.

ROSSETTO, C.A.V.; NOVEMBRE, A.D. da L.C.; MARCOS FILHO, J.; SILVA, W.R.; NAKAGAWA, J. Comportamento das sementes de soja durante a fase inicial do processo de germinação. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.54, n.1/2, p.106-115, 1997.

ROWSE, H.R. Drum-priming-A non-osmotic method of priming seeds. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 24, p.281-294, 1996.

SARACCO, F.; BINO, R.J.; BERGERVOET, J.H.W; LANTERI, S. Influence of priming-induced nuclear replication activity on storability of pepper (*Capsicum annuum* L.) seed. **Seed Science Research**, New York, v.5, p.25-29, 1995.

SENARATNA, T.; McKERSIE, B.D. Dehydration injury in germinating soybean (*Glycine max* L. Merr.) seeds. **Plant Physiology**, Rockville, v.72, p.620-624, 1983.

SHORT, G.E.; LACY, M.L. Carbohydrate exudation from pea seeds: effect of cultivar, seed age, seed color, and temperature. **Phytopathology**, Berkeley, v.66, n.2, p.182-187, 1976.

SMITH, O.E.; WELCH, N.C.; McCOY, O.D. Studies on lettuce seed quality: II. Relationship of seed vigor to emergence, seedling weight, and yield. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.98, n.6, p.552-556, 1973.

SOEDA, Y. KONINGS, M.C.J.M.; VORST, O.; HOUWELINGEN, A.M.M.L. van; STOOPEN, G.M.; MALIEPAARD, C.A.; KODDE, J.; BINO, R.J.; GROOT, S.P.C.; GEEST, A.H.M. van der. Gene expression programs during *Brassica oleracea* seed maturation, osmopriming, and germination are indicators of progression of the germination process and the stress tolerance level. **Plant Physiology**, Rockville, v.137, n.1, p.354-368, 2005.

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

SZAFIROWSKA, A.; KHAN, A.A.; PECK, N.H. Osmoconditioning of carrot seeds to improve seedling establishment and yield in cold soil. **Agronomy Journal**, Madison, v.73, p.845-848, 1981.

TAKAZAKI, P.E. **Influência da época de plantio na diferenciação do meristema apical em primórdios florais de couve-flor de verão e inverno**. 1984. 40p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1984.

TARQUIS, A.M.; BRADFORD, K.J. Prehydration and priming treatments that advance germination also increase the rate of deterioration of lettuce seeds. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.43, p.307-317, 1992.

TAYLOR, A.F.; BERESNIEWICZ, M.M.; GOFFINET, M.C. Semipermeable layer in seeds. In: ELLIS, R.H.; BLACK, M.; MURDOCH, A.J.; HONG, T.D. (Ed.). **Basic and Applied Aspects of Seed Biology**. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1997. Dordrecht,, p.429-436.

TAYLOR, A.G.; KLEIN, D.E. WHITLOW, T.H. SMP: solid matrix priming of seeds **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 37, p.1-11, 1988.

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* Plenk). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 11, 1999, Foz do Iguaçu, **Resumos...** Curitiba: ABRATES, 1999. p.120.

TeKRONY, D.M. Accelerated aging. In: VENTER, H.A. van der (Ed.). **Seed vigour testing seminar**. Copenhagen: The internacional Seed Testing Association, 1995. p.53-72.

TeKRONY, D.M. Precision is na essential component in seed vigour testing. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 31, n.2, p. 435-447, 2003.

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

THANOS, C.A.; GEORGHIOU, K.; PASSAM, H.C. Osmoconditioning and ageing of pepper seeds during storage. **Annals of Botany**, London, v.63, p.65-69, 1989.

THORNTON, J.M.; POWELL, A.A. Short term aerated hydration for the improvement of seed quality in *Brassica oleracea* L. **Seed Science Research**, New York, v.2, p.41-49, 1992.

THORNTON, J.M.; POWELL, A.A. Prolonged aerated hydration for improvement of seed quality in *Brassica oleracea* L. **Annals of Applied Biology**, Wellesbourne, v.127, p.183-189, 1995.

THORNTON, J.M.; COLLINS, A.R.S.; POWELL, A.A. The effect of aerated hydration on DNA synthesis in embryos of *Brassica oleracea* L. **Seed Science Research**, New York, v.3, p. 195-199, 1993.

TILDEN, R.L.; WEST, S.H. Reversal of the effects aging in soybean seeds. **Plant Physiology**, Rockville, v.77, n.3, p.584-586, 1985.

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

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

TORRES, S.B.; MARCOS FILHO, J. Physiological potential evaluation in melon seeds (*Cucumis melo* L.). **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 33, p.341-350, 2005.

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 Sementes**, Brasília, v.20, n.2, p.480-483, 1998.

VANZOLINI, S.; NAKAGAWA, J. Lixiviação de potássio na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de amendoim. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.25, n.2, p.7-12, 2003.

VAN PIJLEN, J.G.; GROOT, S.P.C.; KRAAK, H.L.; BERGERVOET, J.H.W.; BINO, R.J. Effects of pré-storage hydration treatments on germination performance, moisture content, DNA synthesis and controlled deterioration tolerance of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) seeds. **Seed Science Research**, New York, v.6, p.57-63, 1996.

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. (Ed.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap.4, p.1-26.

VILLELA, F.A.; DONI FILHO, L.; SEQUEIRA, E.L. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietilenoglicol 6.000 e da temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.11/12, p.1957-1968, 1991.

WARREN, J.E.; BENNETT, M.A. Seed hydration using the drum priming system. **HortScience**, Alexandria, v.32, p.1220-1221, 1997.

WELBAUM, G.E.; SHEN, Z.; OLUOCH, M.O.; JETT, L.W. The evolution and effects of priming vegetable seeds. **Seed Technology**, Lansing, v.20, n.2, p.209-235, 1998.

WOODSTOCK, L.W. Seed imbibition: a critical period for successful germination. **Journal of seed Technology**, Fort Collins, v.12, n.1, p.1-15, 1988.

YEH, Y.M.; CHIU, K.Y.; CHEN, C.L.; SUNG, J.M. Partial vacuum extends the longevity of primed bitter gourd seeds by enhancing their anti-oxidative activities during storage. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.104, p.101-112, 2005.