

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**  
**PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA**  
**DE SEMENTES**



TESE

**METODOLOGIAS DE TESTES PARA AVALIAÇÃO DO**  
**POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE**  
**MOGANGO (*Cucurbita pepo* L.)**

**Letícia dos Santos Hölbig Härter**

Pelotas – Rio Grande do Sul, Brasil

Março - 2013

LETÍCIA DOS SANTOS HÖLBIG HÄRTER

**METODOLOGIAS DE TESTES PARA AVALIAÇÃO DO  
POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE  
MOGANGO (*Cucurbita pepo* L.)**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciências (Área do conhecimento: Ciência e Tecnologia de Sementes).

Orientador: Francisco Amaral Villela

Co- Orientadora: Maria Angela André Tillmann

Pelotas - 2013

Dados de catalogação na fonte:  
Ubirajara Buddin Cruz – CRB 10/901  
Biblioteca de Ciência & Tecnologia - UFPel

H328m Harter, Leticia dos Santos Holbig  
Metodologias de testes para avaliação do potencial fisiológico de sementes de mogango (*Cucurbita pepo* L.) / Leticia dos Santos Holbig Harter. – 102f. : il. – Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Universidade Federal de Pelotas. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Pelotas, 2013. – Orientador Francisco Amaral Villela ; co-orientador Maria Angela André Tillmann.

1.Hortaliças. 2.*Cucurbita pepo* L. 3.Mogango. 4.Vigor. 5.Deterioração controlada. 6.Envelhecimento acelerado. I.Villela, Francisco Amaral. II.Tillmann, Maria Angela André. III.Título.

CDD: 641.35

**Banca examinadora:**

Prof. Francisco Amaral Villela, Dr

Eng<sup>o</sup>. Agr<sup>o</sup>. Géri Eduardo Meneghello, Dr

Prof. Leopoldo Baudet, Ph.D

Prof. Everton Maksud Medeiros, Dr

Eng<sup>a</sup>. Agr<sup>a</sup> Caroline Jácome Costa, Dr<sup>a</sup>

**Dedicatória**

*Ao meu esposo Fábio Schaun Härter,  
por tudo que vivemos e viveremos juntos.*

*A minha mãe Edi dos Santos Hölbig  
pelo incentivo e cooperação.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a DEUS pelo dom da vida e por todas as oportunidades oferecidas.

Ao professor Dr. Francisco Amaral Villela, pelo apoio, orientação e confiança em meu trabalho.

Ao Eng<sup>o</sup>. Agr<sup>o</sup> Dr. Géri Eduardo Meneghello, pelo apoio, orientação, confiança e parceria nos trabalhos ao longo desse período.

Ao professor Dr. Antonio Carlos Souza Albuquerque Barros, pela oportunidade da realização do Doutorado Sanduíche, em Asunción-PY

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes pela oportunidade da realização do doutorado.

Aos professores do programa, pelos ensinamentos adquiridos.

Aos funcionários do Laboratório Didático de Análise de Sementes, pelo apoio prestado.

Ao meu esposo, amigo, companheiro Fábio Schaun Harter, que esteve ao meu lado em todos os momentos, pelo amor, compreensão e apoio para que mais esse sonho se tornasse realidade

Aos amigos e colegas do Programa de Pós-Graduação, que estiveram ao meu lado nas horas mais difíceis e nos momentos mais felizes, apoiando essa caminhada.

Aos amigos Cristiane Deuner, Aline Radke, Jadiyi Torales, Gizele Gadotti, Alessandra Gomes, Andréia Almeida pela amizade, apoio e auxílio na execução do trabalho.

A todas as pessoas que em algum momento cruzaram pela minha vida e contribuíram de alguma forma, mesmo sem saber para que essa jornada se tornasse mais leve.

*“Quando amamos e acreditamos no fundo de nossa alma em algo, nos sentimos mais fortes do que o mundo e somos tomados por uma serenidade que vem da certeza de que nada poderá vencer nossa fé. Esta força estranha faz com que sempre tomemos a decisão certa na hora exata e, quando atingimos nosso objetivo, ficamos surpresos com nossa própria capacidade”.*

(Paulo Coelho)

## Resumo

HÄRTER, Letícia dos Santos Hölbig. **Metodologias de testes para avaliação do potencial fisiológico de sementes de mogango (*Cucurbita pepo* L.)**. 2013. 102 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas/RS.

O mogango (*Cucurbita pepo* L.) pertence à família Cucurbitácea. A propagação do mogango é realizada por sementes que podem ser semeadas diretamente no local de cultivo ou em bandejas com células individuais para posterior transplante, sendo indispensável a utilização de sementes com elevada qualidade. A qualidade final de um produto olerícola depende, entre outros fatores, da obtenção de uma população adequada e uniforme de plantas no campo. Os testes de vigor fornecem aspectos mais sensíveis da qualidade fisiológica que o teste de germinação, por isso qualquer evento que precede a perda do poder germinativo pode servir como base para a avaliação do vigor. O objetivo do trabalho foi avaliar as metodologias dos testes de deterioração controlada e envelhecimento acelerado para determinação do vigor em sementes de mogango e comparar os resultados mais promissores dos referidos testes na avaliação do desempenho dos lotes durante o armazenamento. Foram utilizadas sementes de mogango, cultivar Sul Mineiro, representadas por seis lotes de três diferentes empresas produtoras de sementes. As sementes foram caracterizadas quanto à qualidade, por meio dos testes de umidade, germinação, primeira contagem de germinação, teste de frio, comprimento de parte aérea, comprimento radicular, emergência de plântulas, índice de velocidade de emergência e comprimento radicular em casa de vegetação. Foram conduzidos testes de envelhecimento acelerado nas metodologias: tradicional, solução salina saturada – 40g de NaCl.100mL<sup>-1</sup> de água e solução salina não saturada – 11g de NaCl.100mL<sup>-1</sup> de água, a 41 °C, por períodos de 24, 48, 72 e 96 horas. O teste de deterioração controlada, com ajuste do teor de água das sementes para 15%, 20% e 25%, a 41 °C, foi conduzido durante 24, 48 e 72 horas. Foram realizadas avaliações aos zero, 60 e 120 dias. O ensaio foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, as médias obtidas por lote, em cada avaliação, foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de probabilidade de 5% e foi realizada análise de correlação linear. Para avaliação do vigor de lotes de sementes de mogango pelo teste de envelhecimento acelerado tradicional, recomenda-se a utilização de períodos de envelhecimento de 24 horas e temperatura de 41 °C, e para o teste de deterioração controlada, indica-se a utilização de teor de água inicial de 15% e períodos de estresse de 24 horas, a 41 °C.

Palavras-chave: Hortaliça, *Cucurbita pepo* L, Vigor, Deterioração controlada, Envelhecimento acelerado.

## Abstract

HÄRTER, Leticia dos Santos Hölbig. **Testing methodologies to evaluate the physiological seed mogango (*Cucurbita pepo* L.)**. 2013. 102 f. Tese (Doutorado) –Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas/RS.

The *Mogango* (*Cucurbita pepo* L.) belongs to the Cucurbitaceae family. Propagation of the *mogango* is done by seeds that can be sown directly in the place of cultivation or in trays with individual cells for later transplantation, being necessary the use of seeds with high vigor. The final quality of a vegetable crop depends among other factors, in obtain a proper and uniform population of plants in the field. Vigor tests provide more sensitive indexes of physiological quality than germination test, so any event that precedes the loss of germination can serve as a basis for evaluating the vigor force. The aim of this study was to evaluate methodologies of controlled deterioration test and accelerated aging test, for vigor expression in seeds of *mogango*, and compare the most promising results of tests to assess the performance of vigor with in lots during storage. Seeds of *mogango* cultivar *Sul Mineiro*, represented by six lots of three different seed companies. The seeds were characterized for quality through testing moisture, germination, first count, cold test, shoot length, root length, seedling emergence, speed of emergence and root length in greenhouse ; accelerated aging tests were conducted using the following methodologies: traditional, brine - 40g NaCl.100mL<sup>-1</sup> water and brine unsaturated - 11gNaCl.100mL<sup>-1</sup> of water at 41 °C for periods of 24, 48, 72 and 96 hours. And the controlled deterioration test, adjusting the water content of seeds to 15%, 20% and 25% at 41 °C for 24, 48 and 72 hours. Assessments were performed every 60 days. The test was conducted in a completely randomized, the means were compared with the Tukey test at a probability level of 5% and compared by linear correlation. It was found that to stratify seed lots of *mogango* by vigor the traditional accelerating test methodology recommended was using an aging period of 24 hours and 41 °C; and the vigor of seed lots of *mogango* by controlled deterioration test indicates the use of the initial water content of 15% and periods of stress for 24 hours at 41 °C.

Keywords: Vegetable, *Cucurbita pepo* L, Vigor, Controlled deterioration, Accelerated aging.

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 1

Qualidade inicial de seis lotes de sementes de mogango, avaliados pelos parâmetros: teor de água (TA), germinação (TG), primeira contagem de germinação (1ªTG), teste de frio (TF), emergência em campo (EC), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento de plântulas (CP) e fitomassa seca (FS).....42

Média do comprimento de parte aérea das plantas (CPA), fitomassa seca da parte aérea (FSPA) e número de folhas (NF), obtidos de plantas de mogango colhidas aos 14, 21 e 35 dias após a semeadura (DAS) em campo, de seis diferentes lotes de sementes.....44

Teores de água (%) inicial e após os períodos de envelhecimento acelerado (48, 72 e 96 horas), pelos métodos tradicional (H<sub>2</sub>O) e empregando, solução salina saturada (SSS) e não saturada (SSNS) de sementes de mogango de seis lotes.....45

Dados médios de germinação (%) de seis lotes de sementes de mogango submetidas ao teste de envelhecimento acelerado com três diferentes métodos: H<sub>2</sub>O, solução salina saturada (SSS) e solução salina não saturada (SSNS) e três períodos de envelhecimento.....47

Dados médios de germinação (%) de seis lotes de sementes de mogango submetidas ao teste de deterioração controlada com três diferentes teores de água e três períodos de exposição.....49

Correlações lineares entre as variáveis: testes de frio (TF), primeira contagem de germinação (1ªTG), germinação (TG), emergência em campo (EC), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento de plântula (CP) e fitomassa seca (FS) com o teste de envelhecimento acelerado nos períodos de 48, 72 e 96 horas e uso de três soluções (H<sub>2</sub>O- água, SSS – solução salina saturada e SSNS – solução salina não saturada), em sementes de mogango.....53

Correlações lineares entre as variáveis: teste de frio (TF), primeira contagem de germinação (1ªTG), germinação (TG), emergência em campo (EC), índice de velocidade de emergência (IVE),

comprimento de plântula (CP) e fitomassa seca (FS) com o teste de deterioração controlada com teores de água de 15, 20 e 25% e períodos de banho-maria de 24, 48 e 72 horas, em sementes de mogango.....54

## CAPÍTULO 2

Qualidade fisiológica de cinco lotes de sementes de mogango, avaliados pelo teor de água (TA), germinação (TG), primeira contagem de germinação (1<sup>a</sup>TG), teste de frio (TF), comprimento do sistema radicular (CSR), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento total de plântulas (CP) e fitomassa seca (FS), em três épocas de avaliação.....70

Qualidade inicial de cinco lotes de sementes de mogango, avaliados pelos testes de índice de velocidade de emergência (IVE) e emergência em campo (EC) aos 14 e 21 dias após a semeadura.....73

Dados médios de germinação (%) de sementes de mogango submetidas ao envelhecimento acelerado pelo método tradicional por diferentes períodos de envelhecimento (24, 48 e 72 horas); e deterioração controlada com umidades iniciais de 15 e 20% e períodos de banho-maria de 24 e 48 h, em três períodos de armazenamento.....74

Teores de água (%) inicial (0) e após os períodos de envelhecimento acelerado tradicional (24, 48 e 72h) em sementes de mogango de cinco lotes, após três períodos de armazenamento.....78

Correlações lineares entre as variáveis: germinação (TG), primeira contagem de germinação (1<sup>a</sup>TG), comprimento de plântulas (CP), fitomassa seca (FS), frio (TF), índice de velocidade de emergência (IVE) e de emergência a campo (EC) com o teste de envelhecimento acelerado tradicional nos períodos de 24, 48 e 72 horas e com o teste de deterioração controlada com teores de água iniciais de 15 e 20% e períodos de banho-maria de 24 e 48 horas, em três períodos de avaliação. ....79

## SUMÁRIO

Resumo.....	7
Abstract .....	8
Introdução Geral.....	12
Revisão de Literatura.....	14
Metodologia Geral.....	29
Capítulo 1 – Teste de envelhecimento acelerado e deterioração controlada na avaliação do potencial fisiológico de sementes de mogango.....	32
Resumo.....	32
Abstract.....	33
Introdução.....	34
Material e Métodos.....	38
Resultados e Discussão.....	41
Conclusões.....	55
Referências.....	56
Capítulo 2 – Ranqueamento de lotes de sementes de mogango armazenados em condições ambientais pelos testes de deterioração controlada e de envelhecimento acelerado tradicional.....	62
Resumo.....	62
Abstract.....	63
Introdução.....	64
Material e Métodos.....	66
Resultados e Discussão.....	69
Conclusões.....	83
Referências.....	84
Considerações Gerais.....	89
Referências Bibliográficas.....	92

## INTRODUÇÃO GERAL

O gênero *Cucurbita*, da família Cucurbitaceae, é formado por 24 espécies, sendo cinco domesticadas: *C. argyrosperma*, *C. ficifolia*, *C. maxima*, *C. moschata* e *C. pepo* (LIRA-SAADE, 1995).

As cinco espécies de *Cucurbita* domesticadas são cultivadas no Brasil e apresentam grande importância para a agricultura familiar (HEIDEN et al., 2007). O cultivo de *C. maxima* e *C. moschata* é bastante difundido e tem significado por fazer parte da alimentação das populações de várias regiões (RAMOS e QUEIROZ, 2005). Os genótipos de *Cucurbita pepo* L., conhecidos como mogango são mais comuns no sul do Rio Grande do Sul, apresentando grande variabilidade genética (BARBIERI et al., 2007; MALONE, 2008).

A avaliação da qualidade fisiológica é um aspecto importante a ser considerado em um programa de produção de sementes, e, atualmente, testes que fornecem resultados em período de tempo relativamente curto são os mais demandados para agilizar as tomadas de decisão nas diferentes etapas do processo produtivo, especialmente na fase de pós-colheita (BHERING et al., 2005).

O uso de testes que forneçam uma estimativa do desempenho das sementes no armazenamento e na fase de estabelecimento de campo deve ser considerado em um programa de produção de sementes. Estes testes, que avaliam o vigor das sementes, são indicados para identificar diferenças entre lotes, especialmente daqueles que apresentam similaridade quanto à germinação (MARCOS FILHO, 2005).

Os principais objetivos da pesquisa sobre o vigor de sementes são o desenvolvimento de procedimentos confiáveis para avaliação e determinação da sua influência sobre o desempenho das plântulas e plantas em campo. Há várias referências na literatura que indicam associação consistente entre o potencial fisiológico das sementes, determinado em laboratório, e a emergência das plântulas em campo. No entanto, o mesmo não acontece com a relação do potencial fisiológico com o desempenho das plantas e com a produção final (KIKUTI e MARCOS FILHO, 2007).

Dentre os diversos testes de vigor, é possível destacar os testes de resistência ao estresse, pois eles avaliam o desempenho de sementes

expostas a condições desfavoráveis de ambiente, são eles: envelhecimento acelerado, deterioração controlada, de frio e germinação em baixa temperatura.

O envelhecimento acelerado é um dos testes de vigor mais estudados e recomendado para várias espécies cultivadas. Inicialmente desenvolvido com a finalidade de estimar a longevidade de sementes armazenadas, tem sido amplamente estudado com vistas à sua padronização (RODO et al., 2000) e sua capacidade de proporcionar informações com alto grau de consistência é ressaltada (MARCOS FILHO, 1999).

O teste de deterioração controlada baseia-se numa técnica de envelhecimento similar, em fundamento, a do teste de envelhecimento acelerado, incorporando melhor controle do teor de água da semente e da temperatura, durante o período de envelhecimento (KRZYZANOWSKI e VIEIRA, 1999). Tem sido recomendado por diversos autores para a avaliação do vigor de sementes de hortaliças (POWELL e MATTHEWS, 1981; POWELL et al., 1984; WANG et al., 1994)

Diante do exposto, o trabalho tem como objetivo a adequação de metodologias de testes para avaliação do potencial fisiológico de sementes de mogango.

## REVISÃO DE LITERATURA

A família Cucurbitaceae compreende aproximadamente 118 gêneros e 825 espécies, com distribuição geográfica predominantemente tropical. Deste total, apenas nove gêneros e trinta espécies são considerados de importância agrônômica em nível mundial (NUEZ et al., 2000; MALONE, 2008).

As principais Cucurbitáceas – melancias, pepinos, melões e abóboras – representam 20% da produção total de produtos olerícolas no Mundo, assumindo uma proporção do total semelhante a das principais Solanáceas (excluído a batata). A melancia é a principal cultura Cucurbitácea em nível mundial com cerca de 40% da produção total de Cucurbitáceas, seguida do pepino com 27%. Melões e abóboras representam 20 e 12% da produção mundial de membros da família, respectivamente (ALMEIDA, 2002).

O gênero *Cucurbita*, da família Cucurbitaceae, é composto por 24 espécies, sendo cinco domesticadas: *C. argyrosperma*, *C. ficifolia*, *C. maxima*, *C. moschata* e *C. pepo* (LIRA-SAADE, 1995).

As cinco espécies de *Cucurbita* domesticadas são cultivadas no Brasil e representam elevada importância para a agricultura familiar (HEIDEN et al., 2007). O cultivo de *C. maxima* e *C. moschata* é bastante difundido e apresenta significância por fazer parte da alimentação das populações de diversas regiões (RAMOS e QUEIROZ, 2005).

As espécies de *Cucurbita* são nativas das Américas, provavelmente algumas das mais antigas plantas cultivadas, e constituíam parte da base alimentar da civilização olmeca, posteriormente incorporada pelas civilizações Asteca, Inca e Maia. No Brasil, espécies do gênero *Cucurbita*, especialmente *C. moschata* e *C. maxima*, faziam parte da alimentação dos povos indígenas antes do descobrimento e da colonização (FERREIRA, 2008).

No Brasil, a maior variabilidade e diversidade genética em variedades crioulas de *Cucurbita* é observada na região Sul do País, em particular no Rio Grande do Sul, devido à presença de grupos étnicos bastante diferenciados, como indígenas, africanos, portugueses, açorianos, espanhóis, alemães, pomeranos e italianos (HEIDEN et al., 2007).

Atualmente, as espécies cultivadas de *Cucurbita* apresentam grande variabilidade genética no que diz respeito à adaptação a condições ambientais

contrastantes, ciclos fenológicos, hábitos de crescimento, caracteres morfológicos e nutricionais e grau de resistência a doenças (FERREIRA, 2008). Variedades crioulas são muito importantes devido à adaptação às condições ecológicas dos locais de seleção, cujo tempo em cultivo pode variar desde décadas até milênios. Historicamente, no país, o cultivo de *Cucurbita* esteve associado ao milho e à mandioca, constituindo a base alimentar das populações indígenas antes do período colonial e, após a chegada dos navegadores e a colonização, foi incorporada também à dieta dos escravos africanos (VERGER, 1987).

Dentre as espécies mais conhecidas se destacam: *Cucurbita moschata* Duch, englobando as abóboras de pescoço, *Cucurbita pepo* L., formada pelas abóboras arredondadas, abobrinhas e mogangos, e *Cucurbita maxima* Duch., representada pelas morangas (ISLA, 2005; MALONE, 2008).

Os genótipos de *Cucurbita pepo* L., conhecidos como mogango, são mais comuns no sul do Rio Grande do Sul, apresentando grande variabilidade genética em característica de frutos tais como: casca dura e diversos formatos de fruto (achatados, arredondados, oblongos ou alongados), colorações (brancos, amarelados, alaranjados, verdes ou amarelos com listras verdes) e tipos de superfície da casca ou textura (lisos, verrugosos ou com entranhas salientes). Adaptados ao ambiente da região, são frutos bastante apreciados no preparo de abóbora caramelada e também em pratos salgados (BARBIERI et al., 2007; MALONE, 2008).

Entre os diversos fatores que determinam a qualidade das sementes, destaca-se a colheita na época adequada, que, a princípio, deveria ser realizada na maturidade fisiológica ou o mais próximo possível deste estágio. Para hortaliças de frutos carnosos, uma dificuldade é a determinação da época em que ocorre a maturidade fisiológica das sementes e o momento ideal de colheita, levando-se em conta que as sementes estão protegidas dentro do fruto (DIAS e NASCIMENTO, 2009).

De modo geral, a colheita deve ser realizada com os frutos maduros, ou ainda não completamente maduros, desde que a maturação seja completada posteriormente antes da extração das sementes (DIAS e NASCIMENTO, 2009).

As espécies do gênero *Cucurbita* geralmente apresentam produção distribuída no tempo, proporcionando a colheita dos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, crescimento e maturação fisiológica. Conseqüentemente, este fato exerce acentuada influência sobre a qualidade fisiológica das sementes, pois as imaturas geralmente apresentam baixo vigor e reduzido poder germinativo (PEDROSA et al., 1987).

Os estudos desenvolvidos têm mostrado que outras características fisiológicas da semente podem influenciar decisivamente não só o estabelecimento de uma população inicial no campo, como também todo o ciclo da planta e, inclusive, a produtividade. A soma dessas características fisiológicas mais sutis é denominada “vigor” da semente (KRZYZANOWSKI, 1999).

O vigor da semente detecta as modificações deletérias mais sutis resultantes do avanço da deterioração, não reveladas pelo teste de germinação (POPINIGIS, 1985).

Em relação ao termo vigor, convém diferenciar dois aspectos, o genético e o fisiológico. O vigor genético é observado na heterose ou nas diferenças de vigor entre duas linhagens, enquanto que o fisiológico é observado entre lotes de uma mesma linhagem genética, cultivar ou espécie (POLLOCK e ROOS, 1972). Entretanto, deve-se lembrar que o vigor fisiológico depende não apenas do genético, mas também das condições a que são submetidas as plantas e as sementes que estas irão produzir.

Rotineiramente, a qualidade fisiológica das sementes tem sido avaliada pelo teste de germinação, cujo aprimoramento constante da metodologia resultou num alto nível de confiabilidade e reprodutibilidade (PERRY, 1981; SPINOLA et al., 1998; ALMEIDA et al., 2010). Nesse teste, as condições adotadas na sua execução devem favorecer o máximo possível de germinação. Tais condições, porém, não são obrigatoriamente encontradas em campo, causando discrepâncias com relação aos resultados obtidos em laboratório (SILVA e VIEIRA, 2006; ALMEIDA et al., 2010).

A qualidade fisiológica das sementes é de vital importância para alcançar sucesso em uma lavoura (CASAROLI et al., 2006). Deste modo, faz-se necessária a utilização de testes de vigor para melhor identificar diferenças

entre lotes de sementes, não detectadas pelo teste de germinação. A escolha de um teste de vigor adequado para a utilização no controle interno de qualidade em empresas de sementes é de suma importância principalmente em hortaliças, cujo custo das sementes e do processo produtivo é, em geral, elevado (CALHEIROS, 2010).

A obtenção de uma população adequada e uniforme de plantas de espécies olerícolas no campo depende, entre outros fatores, da qualidade da semente. Mesmo para lotes com alta porcentagem de germinação, a emergência de plântulas no campo pode variar em função do vigor das sementes. Estudos sobre vigor de sementes são importantes para a identificação de diferenças expressivas entre lotes, geralmente não detectadas pelo teste de germinação, permitindo a obtenção de estimativas do desempenho das sementes no campo (RAMOS et al., 2004). O estande adequado para cada cultura geralmente determina o sucesso da olericultura. Caso contrário, podem ocorrer reduções na quantidade e variações na qualidade do produto final (GRASSBAUGH e BENNETT, 1998). A qualidade fisiológica das sementes é máxima se a germinação e o vigor são máximos. Uma vez atingida a maturidade fisiológica, as sementes tendem a sofrer redução de qualidade pelo processo de deterioração, que, no decorrer do tempo, torna-se cada vez mais intenso, ocasionando reflexos negativos no vigor, que culminarão com a morte das sementes (NAKAGAWA, 1999).

Após a maturidade fisiológica, as sementes estão sujeitas a uma série de mudanças degenerativas de origem bioquímica, fisiológica e física, associadas à redução do vigor. A qualidade fisiológica está relacionada a fatores intrínsecos às sementes, que, depois de afetados, não podem ser revertidos. Se os lotes de sementes estão sob condições desfavoráveis, pode ocorrer redução da qualidade fisiológica (DIAS, 2001). Para determinar o potencial germinativo de um lote, utiliza-se o teste de germinação, que, isoladamente, não determina a real qualidade da semente. Os testes de vigor fornecem informações complementares, apontando para possíveis diferenças na qualidade entre lotes que apresentam germinações semelhantes (SANTOS, 2007).

O teste de germinação, por ser conduzido sob condições favoráveis, pode não refletir as reais condições encontradas pelas sementes logo após a semeadura em campo. Por isso, a tecnologia de sementes tem empregado procedimentos que objetivam, basicamente, identificar possíveis diferenças no potencial fisiológico entre lotes que apresentam poder germinativo semelhante e dentro de padrões comercializáveis, permitindo distinguir, com eficiência, os lotes com menor ou maior probabilidade de apresentar o desempenho desejado no armazenamento ou em campo (VIEIRA et al., 1994; HAMPTON e TEKRONY, 1995; MARCOS FILHO, 1999).

Atualmente, o maior interesse ao avaliar a qualidade fisiológica das sementes é a obtenção de resultados confiáveis em período de tempo relativamente curto. Assim, cresce o interesse na utilização de testes de vigor para o controle interno da qualidade, complementando as informações fornecidas pelo teste de germinação, com objetivo de obter parâmetros mais sensíveis para seleção dos melhores lotes (MARCOS FILHO, 1999; RODO e MARCOS FILHO, 2003)

Os testes de vigor, além do ranqueamento de lotes, devem associar-se ao desempenho das plântulas em campo, a fim de um monitoramento da eficiência dos procedimentos adotados em laboratório (MARCOS FILHO, 1999).

É válido destacar que o vigor das sementes influencia o desempenho inicial das plantas, por isso, conforme Marcos Filho (1999), são necessárias sementes com maior potencial fisiológico para que ocorra germinação rápida e uniforme (CALHEIROS, 2010).

Os testes de vigor são cada vez mais relevantes para sementes de hortaliças, viabilizando a prática de semeadura de precisão, a eliminação do desbaste e a obtenção de uniformidade de desenvolvimento e maturação de plantas. Para tanto, as sementes devem exibir potencial fisiológico elevado, tornando necessário o emprego rotineiro de testes de vigor em programas de controle de qualidade (HAMPTON e COOLBEAR, 1990; GOULART e TILLMANN, 2007). A uniformidade de emergência é muito importante no cultivo de hortaliças em razão do alto custo das sementes e da mão-de-obra exigida durante o seu cultivo (GLOBIRSON, 1981; GOULART e TILLMANN, 2007).

O teste de vigor torna-se útil como ponto de apoio a pesquisadores, indústria e tendem também a subsidiar os produtores. No entanto, a eficiência do teste de deterioração controlada, envelhecimento acelerado; assim como de qualquer outro, depende de adequação de metodologias para as diferentes espécies (ZUCARELI et al., 2011).

Segundo Carvalho e Nakagawa (2000), há ainda mais três fatores que afetam o vigor de sementes: condições ambientais durante o armazenamento, idade das sementes e baixas temperaturas durante a embebição.

Qualidade de sementes conforme por Marcos Filho (1998), constitui-se conjunto de características que determinam seu valor para semeadura. Além disso, o potencial de desempenho das sementes somente pode ser identificado, de maneira consistente, ao considerar, em conjunto, a interação dos atributos de natureza genética, física, fisiológica e a sanitária.

Os lotes de sementes são comercializados apenas caso se enquadrem em determinados padrões de qualidade, estabelecidos por entidades responsáveis pela normatização da produção de sementes (MARCOS FILHO e NOVEMBRE, 2009).

O desempenho das sementes, durante o armazenamento e após a semeadura em campo, sem dúvida merece permanente atenção dos produtores de sementes e dos olericultores (MARCOS FILHO e NOVEMBRE, 2009).

O teste de germinação apresenta alto grau de confiabilidade para analistas e para produtores de sementes, quanto à possibilidade de reprodução dos resultados e como parâmetro para a fiscalização do comércio. Porém, ao tratar-se de obtenção de informações para utilização de lotes para a semeadura em campo e a estimativa da performance das sementes durante o armazenamento, os resultados do teste de germinação podem não detectar diferenças no desempenho de lotes de sementes (MARCOS FILHO e NOVEMBRE, 2009).

A possível ineficiência do teste de germinação, conduzido em laboratório sob condições favoráveis de ambiente, tem sido atribuída à interpretação baseada prioritariamente na morfologia das plântulas, desconsiderando certos tipos de deficiências no seu desenvolvimento e a velocidade de germinação, à

tentativa de obter a máxima germinação da amostra, à divergência entre a germinação e a emergência das plântulas em campo e à discrepância no desempenho de lotes com germinação semelhante, caso sejam semeados em campo ou durante o armazenamento (MARCOS FILHO e NOVENBRE, 2009).

Para suprir as deficiências do teste de germinação, os testes de vigor estão sendo cada vez mais utilizados, e estes possuem três objetivos básicos: a) avaliar ou detectar diferenças significativas no potencial fisiológico de lotes com germinação semelhante, complementando as informações fornecidas pelo teste de germinação; b) distinguir, com segurança, lotes de alto dos de baixo vigor; c) classificar lotes em diferentes níveis de vigor, de maneira proporcional ao desempenho quanto à emergência das plântulas, resistência ao transporte e potencial de armazenamento (MARCOS FILHO, 1999).

Os testes de vigor fornecem aspectos mais sensíveis da qualidade fisiológica do que o teste de germinação. Portanto, qualquer evento que precede a perda do poder germinativo pode servir como base para a avaliação do vigor. Considera-se que, quanto mais próximo da maturidade fisiológica estiver o parâmetro avaliado, mais sensível será o teste. Considerando que, o primeiro evento do processo de deterioração ocorre nas membranas celulares, os testes que avaliam a integridade das membranas seriam os mais sensíveis para estimar o vigor (MARCOS FILHO, 1999). Duas abordagens são predominantes na condução dos testes de vigor: na primeira, é avaliada a resposta das sementes a determinada condição de estresse, como nos testes de frio, envelhecimento acelerado, deterioração controlada; nesses casos, o nível de vigor geralmente é identificado pela germinação das sementes, após o estresse (MARCOS FILHO e NOVENBRE, 2009).

Na segunda, é determinado o vigor *per se*, ou seja, o estado metabólico atual das sementes. Pode ser efetuado: a) diretamente, por meio de avaliação do comprimento das plântulas ou de uma de suas partes, da massa da matéria seca das plântulas; b) indiretamente, por meio do estabelecimento de relações específicas entre a atividade de enzima (s) específica (s) ou da integridade das membranas celulares (condutividade elétrica, lixiviação de potássio, de açúcares) e o vigor da semente. Na avaliação do vigor *per se*, as determinações focalizam aspectos específicos do complexo que determina a

expressão do potencial fisiológico e, dentro de limites, a condição física e a sanidade das sementes (MARCOS FILHO e NOVENBRE, 2009).

Em geral, as informações proporcionadas pelos resultados podem ser aplicadas ao desempenho da semente, tanto sob condições ambientais favoráveis como desfavoráveis (MARCOS FILHO, 1999).

Atualmente existem vários testes utilizados para avaliação do vigor de sementes, e estão classificados, segundo MCDonald (1975), em:

- **Testes físicos** - avaliam aspectos morfológicos das sementes: tamanho, massa unitária, densidade das sementes, cor das sementes e raio x.
- **Testes fisiológicos** - procuram determinar atividades fisiológicas específicas, cuja manifestação depende do vigor: primeira contagem de germinação, velocidade de germinação ou emergência, crescimento de plântulas e classificação do vigor das plântulas.
- **Testes bioquímicos** - avaliam alterações bioquímicas associadas ao vigor das sementes: tetrazólio, condutividade elétrica, lixiviação de potássio e respiração.
- **Testes de resistência ao estresse** - avaliam o desempenho de sementes expostas a condições desfavoráveis de ambiente: envelhecimento acelerado, deterioração controlada, teste de frio e germinação em baixa temperatura.

Diversos testes de vigor são relatados na literatura e têm sido indicados para sementes de hortaliças. A primeira contagem da germinação, realizada normalmente para facilitar a condução do teste de germinação, pode ser considerada um teste de vigor, pois, sabe-se que no processo de deterioração, a velocidade de germinação decai antes da porcentagem de germinação. Assim, as amostras que germinam mais rapidamente, apresentando valores mais elevados de germinação na primeira contagem, podem ser consideradas mais vigorosas do que aquelas de germinação mais lenta (MATTHEWS, 1980; MALONE et al., 2008).

Os testes de vigor trazem benefícios a todos os segmentos da produção de grandes culturas e hortaliças. Dentre os testes disponíveis, o envelhecimento acelerado é um dos mais estudados e recomendados para

várias espécies cultivadas. Inicialmente desenvolvido com a finalidade de estimar a longevidade de sementes armazenadas, tem sido amplamente estudado com vistas à sua padronização (RODO et al., 2000) e sua capacidade de proporcionar informações com alto grau de consistência é ressaltada (MARCOS FILHO, 1999).

Seu princípio baseia-se no fato de que sementes de maior vigor são mais tolerantes a umidade relativa do ar e temperaturas elevadas, apresentando maiores valores de germinação após o envelhecimento (MARCOS FILHO, 1999). Além de eficiente na comparação do vigor e de estimar o potencial de armazenamento dos lotes de sementes, tem apresentado consistente relação com o teste de emergência de plântulas em campo, em diversas espécies cultivadas.

O potencial de armazenamento da semente, um dos componentes da qualidade, é diretamente afetado pelo vigor. Desta forma, sua avaliação em várias pesquisas tem envolvido o uso de testes como o de envelhecimento acelerado (MARCOS FILHO et al., 1986; AOSA, 1988) e o de deterioração controlada (MATTHEWS, 1980; TEKRONY, 1993). O teste de envelhecimento acelerado avalia a resposta das sementes às condições de temperatura e umidade relativa elevadas, enquanto o de deterioração controlada utiliza sementes com elevado conteúdo de água, assim, neste teste o efeito da umidade é direto. Assim, os testes de deterioração controlada e o de envelhecimento acelerado têm como princípio a aceleração do processo de deterioração.

A interação entre temperatura e tempo de exposição das sementes às condições de envelhecimento são fatores importantes para estabelecer a eficiência do teste em avaliar o vigor e, para muitas espécies, ainda não foi bem estabelecida.

Trabalhos com sementes pequenas de hortaliças mostram que o teste de envelhecimento acelerado tradicional tem revelado resultados pouco consistentes. Uma das razões pode ser a rápida absorção de água pelas sementes, resultando em grau de deterioração mais intenso, com redução mais drástica da germinação (POWELL e MATTHEWS, 1994; POWELL, 1995;

PANOBIANCO e MARCOS FILHO, 1998; SPINOLA et al., 1998; RODO et al., 2000).

Em função destes aspectos, foi proposta nova metodologia de condução desse teste, sendo a água utilizada no interior das caixas plásticas de germinação substituída por igual volume de solução salina. As moléculas do sal adsorvem-se às da água, restringindo sua disponibilidade no ambiente da câmara. Assim sendo, a taxa de evaporação no interior dessas caixas diminui, o que significa menor umidade relativa do ar ( $\text{NaCl} - 11\text{g}\cdot 100\text{mL}^{-1}$ ,  $\text{UR}=88\%$  e  $40\text{g}\cdot 100\text{mL}^{-1}$ ,  $\text{UR}= 76\%$ ) e, conseqüentemente, menor valor de equilíbrio higroscópico das sementes, culminando com menor intensidade de deterioração. Outra vantagem desse método é a condução com utilização de metodologia e equipamentos idênticos aos usados para sementes de grandes culturas (exceto a substituição de água por uma solução saturada), conforme Jianhua e McDonald (1996).

Durante os testes que avaliam o vigor das sementes, muitos fatores afetam o comportamento das sementes, entre eles o teor de água. No teste de envelhecimento acelerado, as sementes mais úmidas mostram maior sensibilidade às condições de temperatura e de umidade relativa da câmara de envelhecimento, pois apresentam atividade metabólica intensificada sob estas condições do ambiente (MARCOS FILHO et al., 1978). Portanto, os efeitos do envelhecimento acelerado são atenuados em sementes com teores de água mais baixos (MARCOS FILHO et al., 1987).

Para Tomes et al. (1988), o teste de envelhecimento acelerado pode refletir a capacidade de armazenamento dos lotes de sementes com teores de água de 8 a 14%. Assim, para a realização desse teste, as sementes com teor de água fora destes limites devem ter o conteúdo inicial de água ajustado ou correlacionado com o resultado do teste de germinação. Porém, para McDonald Júnior e Phaneendranath (1978) e Tao (1979), o conteúdo inicial de água das sementes de todos os lotes deve ser estabilizado em 12% antes da realização do teste de envelhecimento acelerado. Dentro deste contexto, Marcos Filho (1992) recomendou que as sementes apresentassem teor de água entre 11% e 13% de água ao serem submetidas ao teste de envelhecimento acelerado, e que fosse realizada, também, a avaliação do teor

de água das sementes ao final do período de envelhecimento, visando identificar causas que justifiquem determinados resultados.

A desuniformidade do teor de água é indesejável, porque, geralmente, a porcentagem de germinação decresce com o aumento do teor de água e alcançado pelas sementes após o envelhecimento; as variações do teor de água entre as amostras submetidas ao teste devem se situar dentro de limites definidos, para não comprometer a fidelidade das informações obtidas e permitir a comparação de resultados (MARCOS FILHO e NOVEMBRE, 2009).

A presença de microorganismos durante o envelhecimento artificial das sementes também é indesejável porque pode comprometer seriamente os resultados do teste. O crescimento de fungos, por exemplo, prejudica o desenvolvimento de plântulas, provocando incertezas quanto à sua normalidade; a contaminação causada por sementes ou plântulas infectadas também dificulta o exame das plântulas e a interpretação dos resultados do teste. Isso não tem ocorrido acentuadamente durante a condução do teste de deterioração controlada. No entanto, o uso de metodologias alternativas, como a substituição da água por soluções salinas estão sendo estudadas (MARCOS FILHO e NOVEMBRE, 2009).

Trabalhos têm mostrado a eficiência do teste de envelhecimento acelerado com uso de soluções salinas saturadas no controle da umidade disponível para as sementes de hortaliças, como milho-doce (BENNETT et al., 1998), pimentão (PANOBIANCO e MARCOS FILHO, 1998), pepino (BHERING et al., 2000), tomate (PANOBIANCO e MARCOS FILHO, 2001), melão (TORRES, 2002), cenoura (RODO et al., 2000) e cebola (RODO e MARCOS FILHO, 2003).

Para ambos os métodos de condução do teste de envelhecimento acelerado, o período de exposição das sementes ainda não se encontra totalmente determinado para todas as espécies, embora tenha sido mais intensamente estudado para grandes culturas. Logo, pesquisas nesse sentido, principalmente com sementes de hortaliças, fazem-se necessárias, pois condições muito drásticas ou brandas podem dificultar ou impedir a detecção de diferenças de qualidade entre os lotes (SPINOLA et al., 1998; MARCOS FILHO, 1999).

A ISTA possui padronização do teste de envelhecimento acelerado para semente de soja, contemplando tabelas de tolerância. As recomendações para condução do teste são: câmara BOD regulada à temperatura de  $41\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; utilização de 42 gramas de sementes e  $40\text{mL} \pm 1,0\text{mL}$  de água destilada ou deionizada e período de envelhecimento de 72 horas  $\pm 15$  minutos.

Dentre os testes de vigor, o de deterioração controlada tem o objetivo de avaliar o vigor de sementes após as mesmas serem expostas a condições desfavoráveis de ambiente, ou seja, alta umidade e alta temperatura.

O teste de deterioração controlada baseia-se numa técnica de envelhecimento similar, em fundamento, a do teste de envelhecimento acelerado, incorporando melhor controle do teor de água da semente e da temperatura, durante o período de envelhecimento (KRZYZANOWSKI e VIEIRA, 1999). O teste tem sido recomendado para a avaliação do vigor de sementes pequenas de hortaliças (POWELL e MATTHEWS, 1981; POWELL et al., 1984; WANG et al., 1994).

Inicialmente, o teor de água das sementes é ajustado para um mesmo nível, em todas as amostras e, somente após esse procedimento, as sementes são submetidas a um período de deterioração sob alta temperatura (MATTHEWS, 1980; HAMPTON e TEKRONY, 1995; KRZYZANOWSKI e VIEIRA, 1999). Assim, através deste método, é possível obter-se controle mais preciso dos fatores temperatura e teor de água da semente, sendo as condições do teste impostas de maneira uniforme para todas as amostras avaliadas, de modo que a porcentagem de plântulas normais é considerada proporcional ao vigor das sementes (TORRES e MARCOS FILHO, 2003).

A deterioração controlada permite identificar lotes de sementes que se encontram em diferentes estádios de deterioração, mas que apresentam percentuais de germinação semelhantes (KRZYZANOWSKI e VIEIRA, 1999). Assim, o teste tem sido utilizado para detectar diferenças no vigor de lotes e para avaliar o potencial de armazenamento de sementes de diversas hortaliças. Os resultados deste teste apresentam ainda adequada correlação com a emergência das plântulas em campo (MATTHEWS, 1980).

O teste de deterioração controlada apresenta o mesmo princípio do teste de envelhecimento acelerado; porém, em vez do uso de ambientes com alta

umidade relativa do ar, são avaliadas amostras de sementes com teor de água ajustado e semelhante, com o objetivo de conferir maior uniformidade ao teste e, conseqüentemente, padronização mais efetiva, principalmente para espécies que possuem sementes de menor tamanho. De acordo com Powell (1995), as diferenças na velocidade e intensidade de absorção de água por amostras de sementes, no teste de envelhecimento acelerado, podem ocasionar variações acentuadas no teor de água, especialmente em espécies que possuem sementes relativamente pequenas, o que geralmente não ocorre no teste de deterioração controlada (GOULART e TILLMANN, 2007).

A deterioração é obtida pelo ajuste do teor de água das sementes para, no mínimo, 15,5%, previamente à instalação do teste. As sementes umedecidas são acondicionadas em recipientes herméticos e mantidas em banho-maria, à temperatura constante (40 a 45 °C), durante período pré-estabelecido; em seguida, são colocadas para germinar (TORRES, 2002).

O ajuste do teor de água possibilita que as sementes atinjam, antecipadamente, o ponto de equilíbrio, sendo submetidas a um estresse mais rigoroso que no teste de envelhecimento, cujo teor de água aumenta descontroladamente entre as sementes durante o teste, até atingirem o equilíbrio (KRZYZANOWSKI et al., 2001). Considerando que a deterioração ocorre em função da exposição da semente à temperatura e umidade elevadas por determinado período de tempo, o estudo e a identificação da melhor combinação desses fatores é de fundamental importância para a adequação da metodologia do teste (ZUCARELI, 2002; ZUCARELI et al., 2011).

Por ser relativamente simples, não exigir investimentos significativos e não apresentar dificuldades acentuadas para padronização (SANTOS et al., 2003), o teste de deterioração controlada tem sido utilizado frequentemente para a avaliação do potencial fisiológico de sementes de diversas espécies olerícolas como cenoura (RODO et al., 2000), tomate (PANOBIANCO e MARCOS FILHO, 2001), brócolis (MENDONÇA et al., 2003), beterraba (SILVA e VIEIRA, 2010), cebola e brássicas (POWELL e MATTHEWS, 1984), cenoura e alface (MATTEWS e POWELL, 1987), pimentão (PANOBIANCO e MARCOS FILHO, 1998), brócolis (MENDONÇA et al., 2000 e MENDONÇA et al., 2003), abóbora (CALHEIROS, 2010), rúcula (GOULART e TILLMANN, 2007), coentro

(TORRES et al., 2012), lentilha (BUENO et al., 2010) e pepino (BHERING et al., 2000). Embora em número mais restrito, encontram-se, também, trabalhos referentes à eficiência do teste de deterioração controlada para sementes de grandes culturas como soja (ROSSETTO e MARCOS FILHO, 1995), feijão (SANTOS et al., 2003) e algodão (DUTRA e MEDEIROS FILHO, 2008).

O teor de água inicial das sementes deve ser, conforme Tekrony (1993), de 15,5% (base úmida) e, caso o teor de água não seja esse, indica que ele deva ser atingido pelo processo de hidratação controlada. Comparando os testes de envelhecimento acelerado e o de deterioração controlada em sementes de soja, Rossetto e Marcos Filho (1995) e Marcos Filho et al. (2001) constataram alta correlação entre os testes, revelando as diferenças entre os lotes. Segundo Rossetto e Marcos Filho (1995), o teste de envelhecimento acelerado é mais drástico do que o de deterioração controlada, pois neste o teor de água das sementes mantém-se constante, e no de envelhecimento acelerado, o teor de água aumenta durante o período de exposição, ocorrendo a diferentes velocidades.

De modo geral, a deterioração controlada é indicada para espécies que produzem sementes relativamente pequenas, embora a literatura contenha referências à utilização bem sucedida para sementes de grandes culturas. Constitui-se no teste mais adotado por pesquisadores europeus, enquanto o envelhecimento acelerado é o mais popular nas Américas. A principal dificuldade para a condução do teste de deterioração controlada é o ajuste inicial do teor de água das sementes; trata-se de um procedimento que requer cuidado especial porque o umedecimento de maneira inadequada pode provocar deterioração; nesse aspecto, o método da atmosfera úmida oferece mais segurança, reduzindo ao mínimo o risco de danos fisiológicos às sementes (MARCOS FILHO e NOVEMBRE, 2009).

Trabalhando com sementes de couve-flor, repolho e couve-de-bruxelas, Powell et al. (1991) ressaltaram que, embora possam ocorrer diferentes reações ao teste de deterioração controlada influenciadas pela cultivar, a sensibilidade a diferenças de vigor é predominante em relação aos possíveis efeitos do genótipo.

A ISTA possui padronização do teste de deterioração controlada para sementes de *Brassica* spp., contemplando tabelas de tolerância. As recomendações para a condução do teste são: umidade final de: 20%, temperatura e tempo para uniformização da umidade:  $7\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , por 24 horas; banho-maria:  $45\text{ }^{\circ}\text{C}$  por 24 horas  $\pm$  15 minutos, e resfriamento das amostras: por submersão em água fria por 5 minutos. A expressão dos resultados é em porcentagem de plântulas normais (ISTA, 2011).

O estabelecimento adequado do estande está relacionado à utilização de sementes com alto potencial fisiológico, capazes de germinar uniforme e rapidamente, sob ampla variação de condições ambientais. A rapidez é muito importante porque reduz o grau de exposição das sementes e das plântulas a fatores adversos. As deficiências na emergência de plântulas geralmente acarretam problemas durante o desenvolvimento das plantas e podem prejudicar acentuadamente a qualidade das mudas produzidas. Desta maneira, o conhecimento do nível de vigor dos lotes comercializados permite a tomada de decisão mais segura, de acordo com as exigências do mercado e o nível tecnológico adotado pelo produtor (MARCOS FILHO e NOVEMBRE, 2009).

## **METODOLOGIA GERAL**

O trabalho foi conduzido no Laboratório Didático de Análise de Sementes, casa de vegetação e em campo em áreas didáticas da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas (FAEM/UFPel).

Foram utilizadas sementes de mogango cultivar Sul Mineiro, representadas por seis lotes provenientes de três diferentes empresas produtoras de sementes, dispostas em embalagens comerciais (latas).

### **FASE I - CARACTERIZAÇÃO DOS LOTES**

Inicialmente, as sementes foram caracterizadas quanto teor de água, germinação, primeira contagem de germinação, teste de frio, comprimento de parte aérea, comprimento radicular, emergência de plântulas, comprimento radicular em casa de vegetação, índice de velocidade de emergência, número de folhas e fitomassa seca da parte aérea.

**Teor de água** – foi conduzido de acordo com as RAS (BRASIL, 2009), pelo método da estufa a  $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , durante 24 horas. Os resultados foram expressos em porcentagem em base úmida.

**Germinação** – foram utilizadas 200 sementes (quatro subamostras de 50 sementes) para cada amostra, semeadas em rolos de papel germitest umedecidos com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a massa seca, permanecendo em germinador a  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ . As contagens foram realizadas aos quatro e oito dias após a semeadura. O resultado foi expresso em porcentagem média de plântulas normais para cada lote (BRASIL, 2009).

**Primeira contagem de germinação** – foi conduzido juntamente com o teste de germinação, sendo a contagem realizada no quarto dia após semeadura.

**Teste de frio** - foram utilizadas 200 sementes (quatro subamostras de 50 sementes) para cada amostra, semeadas em rolos de papel germitest umedecidos com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a massa seca, permanecendo em câmara BOD por sete dias à temperatura de  $8\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Posteriormente, as sementes foram colocadas em germinador a  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ . A contagem foi realizada aos quatro dias após a semeadura. O resultado foi expresso em porcentagem média de plântulas normais para cada lote.

**Comprimento de plântulas** - foram semeadas quatro amostras de 25 sementes, no terço superior do papel germitest umedecido com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a massa seca, permanecendo em germinador a 25 °C. A mensuração do comprimento das raízes e das plântulas, de 10 plântulas, foi realizada no oitavo dia após a semeadura com régua graduada e o resultado foi expresso em milímetros.

**Índice de velocidade de emergência (IVE) no campo** – foram utilizadas quatro amostras de 50 sementes e contagem diária do número de plântulas emergidas até estabilização do número das plântulas e o cálculo do índice de velocidade efetuado conforme Maguire (1962).

**Emergência de plântulas** - avaliada conjuntamente com a determinação do índice de velocidade de emergência com avaliações realizadas aos 7, 14, 21 e 35 dias após a semeadura, computando-se o número de plântulas emergidas com comprimento não inferior a 50mm.

**Comprimento de parte aérea no campo** – realizada aos 14, 21 e 35 dias após a semeadura do teste de emergência, em 10 plantas de cada linha em cada uma das avaliações. Para a mensuração, utilizou-se régua graduada sendo o resultado expresso em centímetros.

**Número de folhas** – realizado pela contagem do número de folhas de cada uma das plantas amostradas, considerando-se somente as folhas verdadeiras.

**Fitomassa seca da parte aérea** - as plântulas avaliadas no teste de comprimento de parte aérea foram acondicionadas em embalagens de papel e mantidas em estufa com circulação de ar forçado, a temperatura de 60°C, por 48 horas. A seguir, as amostras foram acondicionadas em dessecadores com sílica gel, e após esfriar foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,0001g.

## **FASE II – ADEQUAÇÃO DE METODOLOGIAS DOS TESTES**

Adequação das metodologias dos testes de envelhecimento acelerado e deterioração controlada para verificar a eficiência de cada metodologia na classificação do vigor.

**Envelhecimento acelerado** – foram utilizadas 200 sementes (quatro subamostras de 50 sementes) para cada amostra. O teste foi conduzido em caixas gerbox, contendo 40mL de água, solução salina não saturada (11g de

NaCl por 100mL de água) ou solução salina saturada (40g de NaCl por 100mL de água) e uma camada uniforme de sementes disposta sobre a tela interna. As caixas foram mantidas em encubação a 41 °C, por 24, 48, 72 e 96 horas. Após o período de envelhecimento, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, sendo a avaliação realizada no quarto dia após a semeadura.

**Deterioração controlada** – o teor de água das sementes foi ajustado artificialmente para os níveis de 15, 20 e 25%, empregando o método da atmosfera úmida (ROSSETTO et al., 1995). Mantidas em germinador a 25 °C durante o umedecimento artificial, o teor de água de cada amostra foi monitorado mediante pesagens sucessivas, até se obter os valores desejados. Uma vez obtido o teor de água planejado, cada amostra foi acondicionada em rolos de papel Alumino e revestida com embalagem plástica, fechada hermeticamente e mantida por cinco dias em câmara fria (8-10°C), com a finalidade de uniformizar o teor de água entre as sementes. Em seguida, as amostras foram mantidas em banho-maria, a 41 °C, durante 24, 48, 72 e 96 horas. Posteriormente, foram imersas rapidamente em água fria para reduzir a temperatura, sendo instalado em seguida o teste de germinação (POWELL, 1995). A avaliação foi realizada aos quatro dias após a semeadura, computando-se a porcentagem média de plântulas normais para cada lote (BRASIL, 2009).

### **FASE III – ARMAZENAMENTO**

Uma nova remessa de lotes foi caracterizada e as metodologias mais promissoras dos testes de envelhecimento acelerado e deterioração controlada foram aplicadas aos zero, 60 e 120 dias após o armazenamento.

Foi empregado o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando programa estatístico SASM – Agri (CANTERI et al., 2001). Adicionalmente, foi realizada análise de correlação linear entre os diferentes parâmetros avaliados.

# TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO E DETERIORAÇÃO CONTROLADA NA AVALIAÇÃO DO POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE MOGANGO

## RESUMO

Os testes de vigor trazem benefícios aos diferentes segmentos da produção de grandes culturas e hortaliças. O objetivo do trabalho foi adequar as metodologias dos testes de envelhecimento acelerado e deterioração controlada para avaliação do vigor de lotes de sementes de mogango. O trabalho foi conduzido na Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Foram utilizadas sementes de mogango, representadas por seis lotes. As sementes foram caracterizadas quanto à qualidade, por meio dos testes: teor de água, germinação, primeira contagem de germinação, teste de frio, comprimento de plântulas, fitomassa seca, índice de velocidade de emergência, emergência, comprimento de parte aérea de plântulas, número de folhas, fitomassa seca da parte aérea e adequação das metodologias dos testes de envelhecimento acelerado (H<sub>2</sub>O, solução salina saturada e solução salina não saturada) a 41 °C, por 48, 72 e 96 horas, e deterioração controlada – teores de água iniciais de 15, 20 e 25%; mantidas em banho-maria, a 41 °C, durante 24, 48 e 72 horas. Pelos resultados obtidos, conclui-se que para avaliação do vigor de lotes de sementes de mogango pelo teste de envelhecimento acelerado recomenda-se o método tradicional por 48 horas a 41 °C; pelo teste de deterioração controlada, recomenda-se a utilização de teores de água iniciais de 15% e 20% e períodos de estresse de 24 e 48 horas. Os testes de fitomassa seca, comprimento de parte aérea e número de folhas não mostraram eficiência na diferenciação de lotes em sementes de mogango.

Palavras - chave: *Cucurbita pepo* L., hortaliças, vigor

## ACCELERATED AGING TEST AND DECAY IN SUBSIDIARY ASSESS THE PHYSIOLOGICAL SEED MOGANGO

### ABSTRACT

The vigor tests provide benefits to different segments of the production of field crops and vegetables. The objective of study was to adapt the methodologies of accelerated aging and controlled deterioration test for vigor seed lots differentiation of *mogango*. The work was conducted at the Faculty of Agronomy Eliseu Maciel. Seeds of *mogango*, were represented by six lots. The seeds were evaluated for quality through testing: water content, germination, first count, cold test, seedling length, dry weight, rate of emergency, emergency, shoot length, seedling number of leaves, dry weight of shoots and methodologies of accelerated aging (H<sub>2</sub>O, brine and brine unsaturated) at 41 °C, and 48, 72 for 96 hours, and deterioration control test - the initial water content 15, 20 and 25%; kept in a water bath at 41 °C for 24, 48 and 72 hours. From the results obtained it is concluded that to differentiation *mogango* seed lots the accelerated aging test recommended was the traditional method for 48 hours at 41 °C; for controlled deterioration test, it is recommended to use water content Initial 15% and 20% and stress periods of 24 and 48 hours, and dry weight, shoot length and number of leaves showed no difference in the efficiency of lots of *mogango* seeds.

Keywords: *Cucurbita pepo* L, vegetables, vigor

## INTRODUÇÃO

A família Cucurbitaceae compreende cerca de 118 gêneros e 825 espécies, cuja distribuição geográfica apresenta predominância tropical. Deste total, somente nove gêneros e trinta espécies são considerados de importância agrônômica em nível mundial (NUEZ et al., 2000; MALONE, 2008).

As cinco espécies de *Cucurbita* domesticadas são cultivadas no Brasil e apresentam acentuada importância para a agricultura familiar (HEIDEN et al., 2007). No Brasil, a maior variabilidade e diversidade genética em variedades crioulas de *Cucurbita* verifica-se na região Sul do País, em particular no Rio Grande do Sul, devido à presença de grupos étnicos bastante diferenciados, como indígenas, africanos, portugueses, açorianos, espanhóis, alemães, pomeranos e italianos (HEIDEN et al., 2007).

A alta qualidade das sementes é fortemente influenciada pela colheita na época adequada, que, em princípio, deveria ser realizada na maturidade fisiológica ou o mais próximo possível deste estágio. Para hortaliças de frutos carnosos, uma dificuldade é a determinação da época de ocorrência da maturidade fisiológica das sementes e o momento ideal de colheita, levando-se em conta que as sementes estão protegidas dentro do fruto. De modo geral, a colheita deve ser realizada no estágio em que os frutos estão maduros, ou ainda não completamente maduros, desde que a maturação seja completada antes da extração das sementes (DIAS e NASCIMENTO, 2009).

A avaliação da qualidade fisiológica é um aspecto importante a ser considerado em um programa de produção de sementes, e, atualmente, testes que fornecem resultados em período de tempo relativamente curto são os mais demandados para agilizar as tomadas de decisão nas diferentes etapas do processo produtivo, especialmente na fase de pós-colheita.

Rotineiramente, a qualidade fisiológica das sementes tem sido avaliada pelo teste de germinação, cujo aprimoramento constante da metodologia resultou num alto nível de confiabilidade e reprodutibilidade (PERRY, 1981; SPINOLA et al., 1998; ALMEIDA et al., 2010) Nesse teste, as condições adotadas na sua execução devem favorecer o máximo percentual possível de

germinação. Tais condições, porém, não são geralmente encontradas em campo, determinando discrepâncias relativamente aos resultados obtidos em laboratório (SILVA e VIEIRA, 2006; ALMEIDA et al., 2010).

A qualidade fisiológica das sementes apresenta fundamental importância para alcançar sucesso em uma lavoura (CASAROLI et al., 2006). Deste modo, faz-se necessária a utilização de testes de vigor para melhor detectar diferenças entre lotes de sementes, não identificadas pelo teste de germinação. A escolha de um teste de vigor adequado para a utilização no controle interno de qualidade em empresas de sementes é de suma importância principalmente em hortaliças, cujo custo das sementes e do processo produtivo é, geralmente, elevado (CALHEIROS, 2010).

Os testes de vigor trazem benefícios aos diferentes segmentos da produção de grandes culturas e hortaliças. Levando em conta os testes disponíveis, o envelhecimento acelerado é um dos mais estudados e recomendados para várias espécies cultivadas. Inicialmente desenvolvido visando estimar o potencial de armazenamento de sementes, tem sido amplamente estudado com vistas à sua padronização (RODO et al., 2000) e sua capacidade de proporcionar informações com alto grau de consistência é destacada (MARCOS FILHO, 1999).

O princípio do teste baseia-se no fato de que sementes de maior vigor são mais tolerantes à umidade relativa do ar e temperaturas elevadas, apresentando maiores valores de germinação após o envelhecimento (MARCOS FILHO, 1999). Além de eficiente na comparação do vigor e de estimar o potencial de armazenamento dos lotes de sementes, tem apresentado forte relação com o teste de emergência de plântulas em campo, em diversas espécies cultivadas.

Trabalhos com sementes de menor tamanho de hortaliças mostram que o teste de envelhecimento acelerado tradicional tem revelado resultados pouco consistentes. Uma das causas pode ser a rápida absorção de água pelas sementes, resultando em grau de deterioração mais intenso, com redução mais acentuada da germinação (POWELL e MATTHEWS, 1994; POWELL, 1995; PANOBIANCO e MARCOS FILHO, 1998; SPINOLA et al., 1998; RODO et al., 2000).

Baseado nestes aspectos foi proposta nova metodologia de condução desse teste, sendo a água utilizada no interior das caixas plásticas de germinação substituída por igual volume de solução salina. As moléculas do sal adsorvem-se às da água, restringindo sua disponibilidade no ambiente da câmara. Assim sendo, a taxa de evaporação no interior dessas caixas diminui, o que significa menor umidade relativa do ar ( $\text{NaCl} - 11\text{g}.100\text{mL}^{-1}$ ,  $\text{UR}=88\%$  e  $40\text{g}.100\text{mL}^{-1}$ ,  $\text{UR}= 76\%$ ) e, conseqüentemente, menor valor de equilíbrio higroscópico das sementes, determinando menor intensidade de deterioração. Outra vantagem desse método é a condução com utilização de metodologia e equipamentos idênticos aos usados para sementes de grandes culturas (exceto a substituição de água por uma solução saturada), conforme Jianhua e MCDonald (1996).

Trabalhos têm destacado a eficiência do teste de envelhecimento acelerado com uso de soluções salinas saturadas no controle da umidade disponível para as sementes de hortaliças, como milho-doce (BENNETT et al., 1998), pimentão (PANOBIANCO e MARCOS FILHO, 1998), pepino (BHERING et al., 2000), tomate (PANOBIANCO e MARCOS FILHO, 2001), melão (TORRES, 2002), cenoura (RODO et al., 2000) e cebola (RODO e MARCOS FILHO, 2003).

Nos dois métodos de condução do teste de envelhecimento acelerado, o período de exposição das sementes ainda não se encontra perfeitamente determinado para as diferentes espécies, embora tenha sido mais intensamente estudado para grandes culturas. Assim sendo, pesquisas nesse sentido, principalmente com sementes de hortaliças, fazem-se necessárias, pois condições muito drásticas ou brandas podem dificultar ou impedir a detecção de diferenças de qualidade entre os lotes (SPINOLA et al., 1998; MARCOS FILHO, 1999).

O teste de deterioração controlada, desenvolvido inicialmente para avaliar a qualidade de sementes de hortaliças (POWELL e MATTHEWS, 1981), baseia-se na técnica de envelhecimento artificial. O teor de água das sementes é ajustado para um mesmo nível, em todas as amostras e, somente após esse procedimento, são submetidas a um período de deterioração sob alta temperatura (MATTHEWS, 1980; HAMPTON e TEKRONY, 1995;

KRZYZANOWSKI e VIEIRA, 1999). Desta forma, através deste método é possível obter controle mais preciso dos fatores temperatura e teor de água da semente, sendo as condições do teste impostas de maneira uniforme para todas as amostras avaliadas, de modo que a porcentagem de plântulas normais aumenta proporcionalmente ao vigor das sementes (TORRES e MARCOS FILHO, 2003). A deterioração controlada permite identificar lotes de sementes que se encontram em diferentes estádios de deterioração, mas que apresentam percentuais de germinação semelhantes (KRZYZANOWSKI e VIEIRA, 1999). Assim, o teste tem sido empregado na detecção de diferenças de vigor entre lotes e para avaliar o potencial de armazenamento de sementes de diversas hortaliças. Os resultados deste teste apresentam ainda significativa correlação com a emergência das plântulas em campo (MATTHEWS, 1980).

A deterioração é alcançada pelo ajuste do teor de água das sementes para, no mínimo, 15,5%, previamente à instalação do teste. As sementes umedecidas são acondicionadas em recipientes herméticos e mantidas em banho-maria, à temperatura constante (40 a 45 °C), durante período pré-estabelecido. A seguir, são colocadas para germinar. A porcentagem de plântulas normais é variável proporcionalmente ao vigor das sementes (TORRES, 2002).

O ajuste do teor de água possibilita que as sementes atinjam, antecipadamente, o ponto de equilíbrio higroscópico, sendo submetidas a um estresse mais acentuado que no teste de envelhecimento acelerado, no qual o teor de água aumenta inicialmente de modo não controlado entre as sementes durante o período, até atingirem o equilíbrio (KRZYZANOWSKI et al., 2001). Levando em conta que a deterioração depende da exposição da semente à temperatura e umidade elevadas por determinado período de tempo, o estudo e a identificação da melhor combinação desses fatores é muito importante para a adequação da metodologia do teste (ZUCARELI, 2002; ZUCARELI et al., 2011).

Por ser relativamente simples, não exigir investimentos expressivos e não apresentar dificuldades acentuadas para padronização (SANTOS et al., 2003), o teste de deterioração controlada tem sido utilizado com frequência para a avaliação do potencial fisiológico de sementes de diversas espécies olerícolas

como cenoura (RODO et al., 2000), tomate (PANOBIANCO e MARCOS FILHO, 2001), brócolis (MENDONÇA et al., 2003), beterraba (SILVA E VIEIRA, 2010), cebola e brássicas (POWELL e MATTHEWS, 1984), cenoura e alface (MATTEWS e POWELL, 1987), pimentão (PANOBIANCO e MARCOS FILHO, 1998), brócolis (MENDONÇA et al., 2000 e MENDONÇA et al., 2003), abóbora (CALHEIROS, 2010), rúcula (GOULART e TILLMANN, 2007), coentro (TORRES et al., 2012), lentilha (BUENO et al., 2010) e pepino (BHERING et al., 2000). Embora em número reduzido, encontram-se, também, trabalhos referentes à eficiência do teste de deterioração controlada para sementes de grandes culturas como soja (ROSSETTO et al., 1995), feijão (SANTOS et al., 2003) e algodão (DUTRA e MEDEIROS FILHO, 2008).

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi adequar as metodologias dos testes de envelhecimento acelerado e deterioração controlada para avaliação do vigor de lotes de sementes de mogango.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi conduzido no Laboratório Didático de Análise de Sementes Flávio Farias Rocha, em casa de vegetação e a campo em áreas didáticas da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas (FAEM/UFPel).

Foram utilizadas sementes de mogango, cultivar Sul Mineiro, representadas por seis lotes de três diferentes empresas produtoras de sementes.

Inicialmente, as sementes foram caracterizadas quanto à qualidade:

**Teor de água (TA)** – foi conduzido de acordo com as RAS (BRASIL, 2009), pelo método de estufa a  $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , durante 24 horas. Os resultados foram expressos em porcentagem em base úmida.

**Germinação (TG)** – foram utilizadas 200 sementes (quatro subamostras de 50 sementes) para cada amostra, semeadas em rolos de papel germitest umedecidos com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a sua massa seca, permanecendo em germinador a  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ . As contagens foram realizadas

aos quatro e oito dias após a sementeira. O resultado foi expresso em porcentagem média de plântulas normais para cada lote (BRASIL, 2009).

**Primeira contagem de germinação (1ªTG)** – conduzido juntamente com o teste de germinação, sendo a contagem realizada no quarto dia após sementeira. O resultado foi expresso em porcentagem média de plântulas normais para cada lote.

**Teste de frio (TF)** - foram utilizadas 200 sementes (quatro subamostras de 50 sementes) para cada amostra, sementeiras em rolos de papel germitest umedecidos com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a sua massa seca, permanecendo em câmara BOD por sete dias à temperatura de 8 °C. Posteriormente, as sementes foram colocadas em germinador a 25 °C. A contagem foi realizada aos quatro dias após a sementeira. O resultado foi expresso em porcentagem média de plântulas normais para cada lote.

**Comprimento de plântulas (CP)** - foram sementeiras quatro amostras de 25 sementes, no terço superior do papel germitest umedecido com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a sua massa, permanecendo em germinador a 25 °C. A mensuração do comprimento das plântulas foi realizada no oitavo dia após a sementeira com régua graduada em mm e o resultado foi expresso em cm.

**Fitomassa seca (FS)** – as plântulas avaliadas no teste de comprimento de plântula, foram acondicionadas em cápsulas de alumínio e mantidas em estufa com circulação de ar forçado, a temperatura de 60 °C, por 48 horas. Logo após, as amostras foram acondicionadas em dessecadores com sílica gel, e, após esfriar, foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,0001g.

**Índice de velocidade de emergência (IVE) no campo** – foram utilizadas quatro amostras de 50 sementes e contagem diária do número de plântulas emergidas até estabilização do número das plântulas e o cálculo do índice de velocidade foi efetuado conforme Maguire (1962).

**Emergência de plântulas em campo (EC)** - avaliada conjuntamente com a determinação do índice de velocidade de emergência, a avaliação foi realizada aos 14 dias após a sementeira, computando-se o número de plântulas emergidas com altura não inferior a 50 mm.

**Comprimento de parte aérea de plantas em campo (CPA)** – aos 14, 21 e 35 dias após a semeadura do teste de emergência, foram coletados 10 plantas de cada linha em cada uma das avaliações. Posteriormente, mensuraram-se com régua graduada em mm a altura da parte aérea das plantas, sendo o resultado expresso em cm.

**Número de folhas (NF)** – realizado pela da contagem do número de folhas de cada uma das plantas amostradas, considerando-se somente as folhas verdadeiras.

**Fitomassa seca da parte aérea (FSPA)** - as plântulas avaliadas no teste de comprimento de parte aérea foram acondicionadas em embalagens de papel e colocadas em estufa com circulação de ar forçado, com temperatura de 60 °C, por 48 horas. Logo após, as amostras foram acondicionadas em dessecadores com sílica gel, e, após esfriar, foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,0001g.

**Envelhecimento acelerado (EA)** – foram utilizadas 200 sementes (quatro sub-amostras de 50 sementes) para cada amostra. O teste foi conduzido em caixas gerbox, contendo 40 mL de água, solução salina não saturada (11g de NaCl por 100mL de água) ou solução salina saturada (40g de NaCl por 100mL de água) e uma camada uniforme de sementes dispostas sobre a tela interna. As sementes foram mantidas em incubação a 41 °C, por 48, 72 e 96 horas. Após o período de envelhecimento, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, e a avaliação foi realizada no quarto dia após a semeadura.

**Deterioração controlada (DC)** – o teor de água das sementes foi ajustado artificialmente para os níveis de 15, 20 e 25%, empregando o método da atmosfera úmida (ROSSETTO et al., 1995). As sementes foram mantidas em germinador a 25 °C durante o umedecimento artificial e o teor de água de cada amostra foi monitorado mediante pesagens sucessivas até se obter os valores desejados. Uma vez obtido o teor de água planejado, cada amostra foi acondicionada em rolos de papel alumínio e revestida com embalagem plástica, fechada hermeticamente e mantida por cinco dias em câmara fria (8-10 °C), com a finalidade de uniformizar o teor de água entre as sementes. Em seguida, as amostras foram mantidas em banho-maria, a 41 °C, durante 24, 48 e 72 horas. Posteriormente, foram imersas rapidamente em água fria para

reduzir a temperatura, sendo instalado em seguida o teste de germinação (POWELL, 1995). A avaliação foi realizada aos quatro dias após a semeadura, computando-se a porcentagem média de plântulas normais para cada lote (BRASIL, 2009).

O delineamento estatístico adotado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições e as médias foram submetidas à análise de variância e comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, com o auxílio do programa estatístico SASM – Agri (CANTERI et al.,2001). Adicionalmente, procedeu-se à análise de correlação linear entre as avaliações com o uso do programa estatístico Winstat (MACHADO, 2002).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sementes de hortaliças devem ser armazenadas com umidade entre 5 a 7%, de modo que quanto menor o teor de água, maior será o potencial de armazenamento. Dos lotes avaliados, todos apresentaram teor de água inferior a 8%. Houve diferença entre os lotes, apenas os lotes 1 e 2 que não difeririam entre si. Fazendo uma inferência do teor de água com o vigor de sementes, o lote 2, que apresentou o pior desempenho na maioria das variáveis de qualidade fisiológica (TABELA 1), foi o lote que apresentou maior teor de água, embora a diferença do teor de água não tenha excedido a 0,5 ponto percentual entre os lotes 1, 2 e 3.

De acordo com dados apresentados na Tabela 1, o teste de germinação detectou diferenças entre os lotes de sementes de mogango. Dos seis lotes avaliados, apenas o lote 2 apresentou germinação inferior a 80%, ou seja, abaixo do mínimo exigido pela legislação vigente. Por outro lado, dois lotes apresentaram germinação superior a 90%. Apesar do teste de germinação ter sido realizado em condições favoráveis, com temperatura e umidade ideais, foi possível detectar diferenças na qualidade fisiológica entre os lotes. O teste de germinação destacou a superioridade do lote 6 e a inferioridade do lote 2 e a similaridade entre os lotes 1,3, 4 e 5.

De maneira similar, trabalhando com sementes de abóbora (*Cucurbita moschata* Duch.), Calheiros (2010) também detectou diferenças na qualidade fisiológica entre os lotes pelo teste de germinação, concordando também com

os resultados de Barros et al. (2002) e Cardoso (2003), com sementes de abobrinha (*Cucurbita moschata*).

Tabela 1 Qualidade inicial de seis lotes de sementes de mogango, avaliados pelos parâmetros: teor de água (TA), germinação (TG), primeira contagem de germinação (1ªTG), teste de frio (TF), emergência em campo (EC), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento de plântulas (CP) e fitomassa seca (FS). Pelotas – RS, 2013.

LOTE	TA (%)	TG (%)	1ª TG (%)	TF (%)	EC (%)	IVE	C P (cm)	F S (mg)
1	7,9 a	89 bc	88 ab	79 b	87 ab	8,55 a	13,3 ab	97,22 b
2	8,0 a	74 d	71 c	63 c	74 b	6,95 b	12,4 b	94,57 bc
3	7,6 b	86 bc	82 bc	72 b	85 ab	8,33 ab	15,2 a	89,87 c
4	5,4 e	92 b	90 ab	87 a	88 ab	8,67 a	13,3 ab	104,7 a
5	6,3 d	84 c	72 c	74 b	83 ab	7,79 ab	11,4 b	98,62 ab
6	7,0 c	98 a	95 a	93 a	90 a	8,60 a	13,1 ab	98,52 ab
CV (%)	0,50	3,97	5,54	3,96	7,68	7,51	7,17	3,08

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

Os testes de vigor visam detectar diferenças sutis na qualidade fisiológica entre lotes de sementes. Os testes de frio e de primeira contagem de germinação possuem princípios diferentes, sendo que no teste de frio as sementes passam pelo estresse de baixa temperatura e alta umidade; no teste de primeira contagem de germinação, o objetivo é avaliar a capacidade das sementes germinarem em menor período de tempo. Nos dois testes (TABELA 1), foi possível diferenciar os lotes em três níveis de vigor. O teste de primeira contagem de germinação mostrou que o lote 6 apresenta alto vigor, os lotes 1, 3 e 4, vigor médio e os lotes 2 e 5, baixo vigor. O teste de frio evidenciou o vigor superior dos lotes 4 e 6, intermediário dos lotes 1, 3 e 5 e inferior do lote 2.

Esses resultados corroboram os encontrados por Ávila et al. (2006), Goulart e Tillmann (2007) e Calheiros (2010), nos quais o teste de primeira contagem de germinação estratificou lotes de sementes de rabanete, rúcula e abóbora em níveis de vigor. No entanto, trabalhando com sementes de fumo,

Medeiros (2008) não detectou diferenças na qualidade fisiológica pelo teste de primeira contagem de germinação.

A avaliação da emergência de plântulas em campo (TABELA 1), os resultados mostram superioridade do lote 6 em relação ao lote 2 e desempenho intermediário dos lotes 1, 3, 4 e 5. A semeadura foi realizada, sob condições favoráveis, não encontrando limitações climáticas para emergência. Conseqüentemente obteve-se emergências similares à germinação. Trabalhando com sementes de pepino, Bhering et al. (2000) não constataram diferenças entre os lotes pelo teste de emergência a campo. Por outro lado, Almeida et al. (2010) conseguiram ranquear lotes de sementes de melancia em diferentes níveis de vigor pelo teste de emergência em campo.

Na variável índice de velocidade de emergência - IVE (TABELA 1), o lote 2 diferiu estatisticamente dos lotes 1, 4 e 6. Trabalhando com sementes de abóbora, Calheiros (2010) também conseguiu diferenciar lotes quanto ao desempenho fisiológico pelo teste de IVE.

Para as variáveis comprimento de plântulas e fitomassa seca (TABELA 1) avaliados em laboratório também, foi possível diferenciar os lotes em níveis de vigor. No entanto, nos dois testes, a forma em que os lotes foram agrupados pelos níveis de vigor divergiu dos demais testes. Na variável comprimento de plântulas, o lote 3, que nos demais testes apresentava vigor intermediário apresentou-se superior e desempenho inferior no teste de fitomassa seca.

A avaliação do comprimento de parte aérea de planta em campo aos 14, 21 e 35 dias após a semeadura (TABELA 2) não evidenciou diferenças significativas entre os lotes. As plantas foram secas em estufa para se obter a fitomassa seca e, novamente, não houve diferenças entre os lotes (TABELA 2). Assim sendo, pode-se constatar que tais variáveis não são eficientes para diferenciação de níveis de vigor entre lotes de sementes de mogango.

Esses resultados concordam com os obtidos por Calheiros (2010), ao concluir que testes que envolvem fitomassa seca e comprimento de plântulas não mostram capacidade para diferenciar lotes de sementes de abóbora quanto ao vigor. É provável que as diferenças no potencial fisiológico das sementes, identificadas em laboratório, não tenham sido amplas o suficiente ao

ponto de afetar o desempenho inicial das plantas no campo, conforme relatado por Malone et al. (2008).

Tabela 2. Média do comprimento de parte aérea das plantas (CPA), fitomassa seca da parte aérea (FSPA) e número de folhas (NF), obtidos de plantas de mogango colhidas aos 14, 21 e 35 dias após a semeadura (DAS) em campo, de seis diferentes lotes de sementes. Pelotas – RS, 2013.

DAS	LOTE	CPA (cm)	FSPA (mg)	NF
14	1	11,0 <sup>NS</sup>	241,2 <sup>NS</sup>	3 <sup>NS</sup>
	2	12,0	266,7	3
	3	11,4	268,4	3
	4	11,9	273,3	3
	5	11,5	271,0	3
	6	12,2	238,6	3
		CV (%)	10,69	16,10
21	1	17,7 <sup>NS</sup>	463,7 <sup>NS</sup>	4 <sup>NS</sup>
	2	17,7	539,2	5
	3	17,9	450,6	4
	4	17,9	400,2	4
	5	16,7	451,0	4
	6	18,1	457,4	4
		CV (%)	6,50	12,92
35	1	22,5 <sup>NS</sup>	669,3 <sup>NS</sup>	6 <sup>NS</sup>
	2	22,2	818,5	6
	3	21,4	672,8	7
	4	20,8	632,6	7
	5	20,7	675,2	6
	6	21,7	648,3	7
		CV (%)	9,82	15,79

<sup>NS</sup> não significativo.

O número de folhas, avaliado conjuntamente ao comprimento de plântulas em campo (TABELA 2), em nenhuma das épocas de avaliação foi eficiente para diferenciar os lotes quanto ao vigor. No entanto, Malone et al. (2008) conseguiram diferenciar o lote de qualidade inferior através do número de folhas.

Na Tabela 3, podem-se observar os teores de água após o envelhecimento acelerado empregando o método tradicional o uso de soluções salinas. O uso das soluções salinas promove redução da captação de água pelas sementes de mogango durante os períodos de envelhecimento, comparativamente ao método tradicional. No período de 48 horas, as variações máximas entre os teores de água dos lotes foram de 2,5 pontos percentuais

(PP) no método tradicional, 0,3 PP com uso de solução salina saturada e de 0,7 PP com solução salina não saturada. Nos demais períodos também se evidenciou a mesma proporção entre as diferenças máximas nos teores de água das amostras.

Os lotes apresentaram diferenças máximas entre os teores de água (TABELA 3) após 72 horas de envelhecimento, de 3,2 PP no método tradicional, 0,4 PP com solução salina saturada e de 1,2 PP com o uso de solução salina não saturada. Para o período de 96 horas, as variações foram de 2,8; 0,6 e 1,0 PP para os métodos tradicional, com solução salina saturada e solução salina não saturada, respectivamente. Para Marcos Filho (2011), a determinação do teor de água das amostras após o período de envelhecimento e a verificação da amplitude de sua variação é uma das “etapas-chave” do procedimento, pois, segundo o autor, a variação entre o teor de água das amostras, ao final do envelhecimento, não deve superar a 3,0 pontos percentuais.

Tabela 3. Teores de água (%) inicial e após os períodos de envelhecimento acelerado (48, 72 e 96 horas), pelos métodos tradicional (H<sub>2</sub>O) e empregando, solução salina saturada (SSS) e não saturada (SSNS) de sementes de mogango de seis lotes. Pelotas – RS, 2013.

PERÍODOS (h)	LOTE	TEOR DE ÁGUA	TEOR DE ÁGUA		
			H <sub>2</sub> O	SSNS	SSS
48	1	7,9	18,0	13,1	8,1
	2	8,0	17,4	13,2	7,9
	3	7,6	17,2	13,1	7,9
	4	5,4	19,7	12,5	7,8
	5	6,4	19,1	13,2	8,0
	6	7,0	19,1	13,2	8,1
72	1	7,9	20,2	11,9	8,0
	2	8,0	20,4	12,5	8,2
	3	7,6	20,8	12,8	8,2
	4	5,4	21,8	12,2	7,9
	5	6,4	18,6	12,8	7,8
	6	7,0	21,2	13,1	8,1
96	1	7,9	22,2	12,7	7,8
	2	8,0	19,9	12,0	7,6
	3	7,6	21,6	12,6	8,0
	4	5,4	21,2	12,6	7,9
	5	6,4	20,3	12,6	7,7
	6	7,0	19,4	13,0	8,2

Na Tabela 4, apresentam-se os resultados do teste de envelhecimento acelerado realizado com temperatura constante de 41 °C, por três diferentes períodos de envelhecimento (48, 72 e 96 horas), combinados com o uso de três diferentes soluções (tradicional, ou seja, água; solução salina saturada e solução salina não saturada). Os resultados do teste mostraram, independentemente do período, que o uso de soluções salinas, não se mostrou eficiente, pois não foi possível ranquear os lotes de maneira similar a maioria dos testes. Todavia, ao se utilizar o método tradicional foi possível classificar os lotes em níveis de vigor conforme os resultados obtidos nos demais testes.

A utilização de solução salina de NaCl no teste de envelhecimento acelerado justifica-se, a princípio, para hortaliças com sementes de tamanho relativamente pequeno, pois, pelo método tradicional, as sementes tendem a absorver muita água, não sendo submetidas ao estresse adequado para separar os lotes em diferentes níveis de vigor (MALONE et al., 2008).

No envelhecimento acelerado pelo método tradicional, por 48 horas (TABELA 4), foi possível identificar três níveis de vigor, sendo superiores os lotes 3 e 6, intermediários os lotes 1 e 4 e inferiores os lotes 2 e 5, corroborando os resultados obtidos por Bhering et al. (2000), que recomendam o teste de envelhecimento acelerado sem uso de solução salina por período de 48 horas em BOD para sementes de pepino. Da mesma forma, Calheiros (2010), trabalhando com sementes de abóbora, constatou que o período de 48h foi eficiente para diferenciação de lotes quanto ao vigor.

Utilizando-se a metodologia tradicional do teste de envelhecimento acelerado e período de 72 horas (TABELA 4) também foi possível classificar os lotes em três grupos de qualidade, sendo o lote 3 de maior vigor, os lotes 1, 2, 4 e 6 medianos e o lote 5 de menor vigor. Resultados semelhantes foram observados por Almeida et al. (2010), trabalhando com sementes de melancia, que constataram que períodos de 48 ou 72 horas com uso de solução salina não saturada ou tradicional são eficientes para avaliação do vigor. Pesquisa realizada por Malone et al. (2008) constatou que o teste de envelhecimento acelerado tradicional com uso de água com período de exposição de 72 horas a 41 °C é adequado para avaliar o potencial fisiológico de sementes de mogango.

Tabela 4. Dados médios de germinação (%) de seis lotes de sementes de mogango submetidas ao teste de envelhecimento acelerado com três diferentes métodos: H<sub>2</sub>O, solução salina saturada (SSS) e solução salina não saturada (SSNS) e três períodos de envelhecimento. Pelotas – RS, 2013.

PERÍODOS (h)	LOTE	SOLUÇÕES		
		H <sub>2</sub> O	SSNS	SSS
48	1	69 b	60 bc	66 bc
	2	55 c	53 cd	65 bc
	3	80 a	77 a	67 bc
	4	68 b	68 b	82 a
	5	55 c	50 d	58 c
	6	78 a	66 b	72 b
	CV (%)	3,32	4,53	4,89
72	1	44 b	63 bc	63 bc
	2	50 b	63 bc	63 bc
	3	72 a	78 a	78 a
	4	50 b	68 b	68 b
	5	33 c	56 cd	56 cd
	6	47 b	55 d	55 d
	CV (%)	4,53	3,43	3,43
96	1	49 bc	36 b	49 a
	2	45 c	41 ab	39 b
	3	66 a	43 a	29 c
	4	63 a	28 c	43 ab
	5	31 d	22 d	40 ab
	6	54 b	28 c	35 bc
	CV (%)	4,11	4,07	5,82

Médias seguidas na mesma letra na coluna, para cada período de envelhecimento, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

O período de 96 horas de envelhecimento acelerado (TABELA 4) resultou em porcentagens de plântulas normais relativamente baixas, nos três métodos empregados; o uso de soluções salinas dificultou a separação dos lotes quanto à qualidade fisiológica. Durante a condução do experimento, observou-se que as sementes, quando expostas a 96 horas de envelhecimento, mesmo sendo tratadas, apresentaram elevada incidência de fungos. Também cabe ressaltar a importância do período de execução dos testes de vigor na rotina de laboratórios de análise de sementes, principalmente no controle interno de qualidade dos lotes, realizado por laboratórios das próprias empresas produtoras. Nesse sentido, o período de 96 horas para o teste de envelhecimento acelerado, mais o período necessário para a germinação (nesse caso, 4 dias) torna-se demasiadamente extenso.

Independentemente do período de exposição das sementes à alta temperatura, ou ao uso de sais, o mais difícil é a identificação de diferenças entre lotes de vigor intermediário, concordando com Marcos Filho (1999).

Dentre os testes de vigor, a deterioração controlada é um dos que vêm sendo bastante estudado, pois tem como princípio que a taxa da deterioração das sementes é aumentada consideravelmente pela exposição das sementes a níveis muito adversos de temperatura e umidade relativa (KRZYZANOWSKI et al., 1999). O teste de deterioração controlada é recomendado principalmente, para sementes de hortaliças (POWELL e MATTHEWS, 1981; MENDONÇA et al., 2000). A ISTA possui padronização do teste de deterioração controlada para sementes de *Brassica* spp., contemplando tabelas de tolerância. As recomendações para a condução do teste são: umidade final de 20%, temperatura e período para uniformização da umidade:  $7\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , por 24 horas; banho-maria:  $45\text{ }^{\circ}\text{C}$  por 24 horas  $\pm$  15 minutos, e período de resfriamento das amostras submersas em água fria: 5 minutos. A expressão dos resultados é em porcentagem de plântulas normais (ISTA, 2011).

Observando os dados da Tabela 5 para o teste de deterioração controlada com umidade de 15%, independentemente do período, constatou-se a superioridade do lote 6 em relação aos demais lotes e o lote 5 como o de menor vigor. Ajustado o teor de água das sementes para 15%, foi possível diferenciar os lotes em 4 níveis de vigor, independentemente do período. Esses resultados discordam dos resultados de Bueno et al. (2010), que não detectaram diferenças na qualidade fisiológica de sementes de lentilha pelo teste de deterioração controlada.

Para o teste de deterioração controlada com teor de água de 20% (TABELA 5) nos períodos de 24 e 48 horas, foi possível constatar novamente a superioridade do lote 6. No entanto, o período de 72 horas foi muito drástico para o lote 6, reduzindo o valor a 32%. Dentre os períodos para as sementes com teor de água de 20%, o de 24 horas foi o que melhor ranqueou os lotes quanto ao vigor, corroborando os resultados obtidos por Goulart e Tillmann (2007), que concluíram que o teste de deterioração controlada conduzido a  $41\text{ }^{\circ}\text{C}$ , com umidade das sementes igual a 20 % e período de exposição de 24 horas, foi eficiente para avaliar o potencial fisiológico de sementes de rúcula.

Tabela 5. Dados médios de germinação (%) de seis lotes de sementes de mogango submetidas ao teste de deterioração controlada com três diferentes teores de água e três períodos de exposição. Pelotas – RS, 2013.

TEOR DE ÁGUA (%)	LOTE	PERÍODOS (h)		
		24	48	72
15	1	74 b	59 b	52 b
	2	64 c	52 c	44 c
	3	64 c	51 c	49 b
	4	68 bc	61 b	44 c
	5	52 d	41 d	26 d
	6	84 a	67 a	64 a
	CV (%)	3,30	2,46	2,47
20	1	33 d	28 e	29 bcd
	2	42 c	32 de	26 d
	3	46 b	43 b	45 a
	4	46 b	36 c	28 cd
	5	33 d	35 cd	33 b
	6	63 a	58 a	32 bc
	CV (%)	1,84	2,60	3,58
25	1	50 e	41 c	41 bc
	2	56 d	45 b	45 b
	3	78 a	64 a	65 a
	4	74 b	65 a	66 a
	5	60 c	41 c	41 c
	6	78 a	62 a	62 a
	CV (%)	1,17	1,97	2,38

Médias seguidas na mesma letra na coluna, para cada teor de água, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Utilizou-se o método da atmosfera úmida (ROSSETO et al, 1995) para alcançar os teores de água pretendidos. No entanto para alcançar 25% de umidade foram necessárias aproximadamente 96 horas, e também houve proliferação de microorganismos. Em todos os períodos do teste de deterioração controlada, foi possível observar diferenças quanto ao potencial fisiológico. No entanto, no período de 24 horas, foi possível separar os lotes em cinco níveis de vigor, sendo os lotes 3 e 6 superiores aos demais; com 48 horas, os lotes 3, 4 e 6 foram os que apresentaram os melhores resultados. Tais resultados discordam dos observados por Calheiros (2010), ao constatar que a deterioração controlada com teor de água de 25% e 48 horas de banho-maria foi eficiente para avaliação do potencial fisiológico de sementes de abóbora.

Trabalhando com sementes de melão, Torres e Marcos Filho (2003) constataram que períodos de 24 horas de banho-maria e umidade de 24% nas sementes são eficientes para um programa de controle de qualidade de sementes. Resultados consistentes com esse teste para avaliação do vigor de sementes de hortaliças, no Brasil, foram obtidos por Panobianco e Marcos Filho (1998) com pimentão; Rodo et al. (1998) e Panobianco e Marcos Filho (2001) com tomate; e Sader et al. (2001) com brócolis.

Embora, predominantemente, os trabalhos realizados com o teste de deterioração controlada sejam com sementes de hortaliças, Zucareli et al. (2011), trabalhando com sementes de milho, concluiu que as combinações 45 °C/24 horas, 45 °C/48 horas e 45 °C/16 horas, para sementes com teor de água ajustado para 15, 20 e 25%, respectivamente, mostraram-se adequadas para avaliação do vigor de sementes de milho pelo teste de deterioração controlada, correlacionando-se positiva e significativamente com a velocidade e o total de emergência de plântulas no campo.

Os resultados da análise de correlação das variáveis com o teste de envelhecimento acelerado (TABELA 6) demonstrou que o período de 48 horas apresentou maior número de correlações positivas e, dentre as metodologias avaliadas quanto ao uso de solução, o método tradicional apresentou os melhores resultados.

O período de 48 horas de envelhecimento acelerado empregando a metodologia tradicional (TABELA 6) apresentou correlação positiva ( $r=0,43^*$ ), com o teste de emergência em campo e coeficiente de correlação entre 0,50\*\* e 0,70\*\*, para as variáveis: teste de frio, primeira contagem de germinação, teste de germinação, índice de velocidade de emergência e comprimento de plântulas; e não significativa e negativa fitomassa seca.

A metodologia de envelhecimento com o uso de solução salina saturada (SSS) e período de 48 horas apresentou correlação positiva (TABELA 6) com o teste de frio ( $r=0,53^{**}$ ), primeira contagem de germinação ( $r=0,52^{**}$ ), teste de germinação ( $r=0,43^{**}$ ) e não foi significativa para emergência em campo, índice de velocidade de emergência, comprimento de plântulas e fitomassa seca.

No entanto, na metodologia com o uso de solução salina não saturada por 48 horas, observou-se que a maioria das variáveis apresentou coeficiente

de correlação não significativo, exceto para primeira contagem de germinação ( $r=0,49^*$ ), índice de velocidade de emergência ( $r=0,42^*$ ) e comprimento de plântulas ( $r=0,76^{**}$ ) obteve-se correlação positiva.

O período de 72 horas de envelhecimento acelerado apresentou coeficiente de correlação não significativo para grande parte das variáveis, independentemente da solução utilizada (TABELA 6). Para a metodologia tradicional de envelhecimento acelerado o coeficiente de correlação foi significativo apenas para as variáveis comprimento de plântulas e fitomassa seca. Na metodologia com o uso de solução salina saturada (SSS), o coeficiente de correlação foi positivo apenas para a variável comprimento de plântula. Diferentemente do ocorrido nas outras metodologias, quando se utilizou solução salina não saturada, houve correlação significativa com o teste de frio, teste de germinação, emergência em campo e fitomassa seca.

Também para o período de 96 horas de envelhecimento acelerado (TABELA 6), a correlação foi não significativa para quase todas as variáveis. A metodologia tradicional apresentou correlação significativa e positiva apenas para primeira contagem de germinação, índice de velocidade de emergência e comprimento de plântulas. Para a metodologia com solução salina saturada, apenas a fitomassa seca obteve correlação positiva significativa. Empregando solução salina não saturada, similarmente ao ocorrido para o período de 72 horas, mais variáveis obtiveram correlação significativa. Os testes de frio, comprimento de plântulas e fitomassa seca apresentaram coeficiente de correlação positivo e o teste de germinação, correlação negativa

Os resultados da análise de correlação do teste de deterioração controlada com os demais testes estão apresentados na Tabela 7. Os testes de frio e de primeira contagem de germinação obtiveram correlação significativa e positiva com a maioria das metodologias testadas, sendo que, apenas na metodologia empregando 20% de teor de água e banho-maria de 72 horas, a correlação foi não significativa. O teste de germinação apresentou comportamento semelhante, mas apresentou correlação não significativa para duas metodologias 15%/24h e 20%/72 horas.

A emergência em campo (TABELA 7) apenas obteve correlação com a metodologia 15%/48 horas. Para todas as outras variáveis, o coeficiente de

correlação foi não significativo, assim como o teor de água, que só apresentou correlação com a metodologia 25%/24 horas, que, no entanto foi negativa. O índice de velocidade de emergência, apresentou correlação positiva e significativa apenas com o teste de deterioração controlada nas combinações 15%/24 horas, 15%/48 horas e 25%/72 horas.

Diferentemente das demais variáveis, o comprimento de plântulas (TABELA 7) mostrou correlação significativa e positiva com quase todas as metodologias testadas: 15%/24 horas e 48 horas e 20%/24 horas e 48 horas significativa. Para fitomassa seca, a correlação foi significativa apenas com a metodologia 20%/72 horas.

Os resultados de correlação linear destacam a significância positiva do teste de envelhecimento acelerado empregando água e período de envelhecimento de 48 horas com os testes de primeira contagem da germinação, comprimento de plântulas e germinação.

O teste de deterioração controlada com o ajuste do teor de água das sementes para 15% e 24 horas de exposição apresentou correlação positiva superior a 0,65 com a primeira contagem de germinação; empregando 48 horas, a correlação foi positiva com o teste de frio e primeira contagem de germinação; e com emprego de 72 horas, com a primeira contagem de germinação.

**TABELA 6** – Correlações lineares entre as variáveis: testes de frio (TF), primeira contagem de germinação (1<sup>a</sup>TG), germinação (TG), emergência em campo (EC), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento de plântula (CP) e fitomassa seca (FS) com o teste de envelhecimento acelerado nos períodos de 48, 72 e 96 horas e uso de três soluções (H<sub>2</sub>O- água, SSS – solução salina saturada e SSNS – solução salina não saturada), em sementes de mogango. Pelotas - RS, 2013.

	PERÍODO DE ENVELHECIMENTO (h)								
	48			72			96		
	H <sub>2</sub> O	SSS	SSNS	H <sub>2</sub> O	SSS	SSNS	H <sub>2</sub> O	SSS	SSNS
<b>TF</b>	0,55**	0,53**	0,30 ns	-0,13 ns	-0,28ns	-0,63**	0,31ns	0,11ns	-0,50*
<b>1TG</b>	0,70**	0,52**	0,49*	0,15 ns	0,02 ns	-0,34 ns	0,50*	0,06 ns	-0,16 ns
<b>TG</b>	0,65**	0,43*	0,39ns	-0,01 ns	-0,14 ns	-0,50*	0,35ns	0,02 ns	-0,47*
<b>EC</b>	0,43*	0,29 ns	0,33 ns	-0,05 ns	0,01 ns	-0,41*	0,36 ns	0,02 ns	-0,33 ns
<b>IVE</b>	0,52**	0,34ns	0,42*	0,06ns	0,10ns	-0,34ns	0,46*	0,03ns	-0,21ns
<b>CP</b>	0,70**	0,16ns	0,76**	0,73**	0,66*	0,33ns	0,66**	-0,33ns	0,56**
<b>FS</b>	-0,20ns	0,40ns	-0,09ns	-0,50*	-0,29ns	-0,87**	-0,10ns	0,46*	-0,63**

\*\*Significativo pelo teste t em nível de 1% de probabilidade de erro; ns Não significativo pelo teste t, e \* Significativo pelo teste t em nível de 5% de probabilidade de erro.

**TABELA 7** – Correlações lineares entre as variáveis: teste de frio (TF), primeira contagem de germinação (1<sup>ª</sup>TG), germinação (TG), emergência em campo (EC), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento de plântula (CP) e fitomassa seca (FS) com o teste de deterioração controlada com teores de água de 15, 20 e 25% e períodos de banho-maria de 24, 48 e 72 horas, em sementes de mogango. Pelotas -RS, 2013.

	TEORES DE ÁGUA (%)								
	15			20			25		
	24	48	72	24	48	72	24	48	72
<b>TF</b>	0,63**	0,69**	0,50*	0,56**	0,59**	-0,05ns	0,50*	0,49*	0,47*
<b>1<sup>ª</sup>TG</b>	0,76**	0,80**	0,70**	0,55**	0,50*	0,04ns	0,45*	0,54**	0,51*
<b>TG</b>	0,64ns	0,64**	0,52**	0,53**	0,60**	0,14ns	0,53**	0,50*	0,48*
<b>EC</b>	0,39ns	0,41*	0,29ns	0,25ns	0,33ns	0,10ns	0,34ns	0,34ns	0,37ns
<b>IVE</b>	0,41*	0,44*	0,33ns	0,23ns	0,27ns	0,17ns	0,36ns	0,40ns	0,40*
<b>CP</b>	0,20ns	0,31ns	0,47*	0,23ns	0,24ns	0,54**	0,43*	0,54**	0,55**
<b>FS</b>	0,13ns	0,29ns	-0,09ns	0,03ns	0,002ns	-0,56**	0,009ns	0,09ns	0,10ns

\*\*Significativo pelo teste t em nível de 1% de probabilidade de erro; ns Não significativo pelo teste t, e \* Significativo pelo teste t em nível de 5% de probabilidade de erro.

## **CONCLUSÕES**

Para avaliação do vigor de lotes de sementes de mogango pelo teste de envelhecimento acelerado, recomenda-se o método tradicional por 48 horas a 41 °C.

Na avaliação do vigor de lotes de sementes de mogango pelo teste de deterioração controlada recomenda-se a utilização de teor de água inicial de 15% e períodos de estresse de 24 horas.

A fitomassa seca, o comprimento de parte aérea de plantas e o número de folhas não mostraram eficiência na diferenciação de lotes em sementes de mogango quanto ao vigor.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A.S.; PINTO, J.F.; DEUNER, C.; VILLELA, F.A. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de melancia. **Revista da FZVA**. Uruguaiana, v.17, n.1, p. 68-77, 2010.

ÁVILA, P.F.V.; VILLELA, F.A.; ÁVILA, M.S.V. Teste de envelhecimento para avaliação do potencial fisiológico de sementes de rabanete. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.28, n.3, p. 52-58, 2006.

BARROS, D. I.; DIAS, D. C. F. S.; BHERING, M. C.; DIAS, L. A. S. ; PUIATTI, M. Avaliação do vigor de sementes de abobrinha (*Cucurbita pepo* L) pelo teste de tetrazólio. **Horticultura Brasileira**, v.20, 2002. Suplemento 2. (CD-ROM).

BENNETT, M.A.; BARR, A.J.; GRASSBAUGH, E.M.; EVANS, A.F. Seed vigor evaluation of su, se and sh2 sweet corn genotypes using the saturated salt accelerated aging (SSAA) test. In: INTERNATIONAL SEED TESTING CONGRESS: SEED SYMPOSIUM, 25., 1998, Pretoria. **Abstracts...** Pretoria: ISTA, 1998. p.92 - 103.

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

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399p.

BUENO, A.C.R.; DOMENICO, C.I.; FREITAS, R.A.; JUSTINO, E.V.; NASCIMENTO, W.M. Envelhecimento acelerado e deterioração controlada para avaliação do vigor de sementes de lentilha. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 2, 2010 (Suplemento - CD Rom).

CALHEIROS, V.S. **Testes de vigor para avaliação do potencial fisiológico de sementes de abóbora (*Cucurbita moschata* Duch.)**. 2010. 43f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de sementes) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2010.

CANTERI, M. G., ALTHAUS, R. A., VIRGENS FILHO, J. S., GIGLIOTI, E. A., GODOY, C. V. SASM - Agri: Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scoft - Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, Ponta Grossa, v.1, n.2, p.18-24, 2001.

CARDOSO, A. I. I. Produção e qualidade de sementes de abobrinha "Piramoita" em resposta à quantidade de pólen. **Bragantia**, Campinas. v. 62, p. 47- 52, 2003.

CASAROLI, D.; GARCIA, D. C.; MENEZES, N. L. de; MUNIZ, M. F. B.; BAHRY, C. A. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de abóbora. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v.13, n.2, p. 97-107, 2006.

DIAS, D.C.F.S.; NASCIMENTO, W.M. Desenvolvimento, maturação e colheita de sementes de hortaliças. In: NASCIMENTO, W.M. (Ed). **Tecnologia de Sementes de Hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2009. Cap. 1, p 11- 74.

DUTRA, A.S.; MEDEIROS FILHO, S. Teste de deterioração controlada na determinação do vigor em sementes de algodão. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 30, n 1, p.19-23, 2008.

GOULART, L. S.; TILLMANN, M. A. A. Vigor de sementes de rúcula (*Eruca sativa* L.) pelo teste de deterioração controlada. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 29, n 2, p.179-186, 2007.

HAMPTON, J.G.; TEKRONY, D.M. **Handbook of vigor test methods**. Zürich: ISTA, 1995. 117p.

HEIDEN, G.; BARBIERI, R. L.; NEITZKE, R. S. **Chave para identificação das espécies de abóboras (*Cucurbita*, *Cucurbitaceae*) cultivadas no Brasil**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. 31p. (Documentos, 197).

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION - ISTA. **International rules for seed testing**. Edition, 2011. Bassedsdorf, Switzerland: ISTA, 2011.

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

KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D. Deterioração controlada. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.6.1-6.8.

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

KRZYZANOWSKI, F.C.; WEST, S.H.; FRANÇA NETO, J.B. Teste de deterioração controlada para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.11, n.2, p.185, 2001.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination- aid in selection and evaluation for seedling and vigour. **Crop Science**, Madison, v.2, n.1, p.176-177, 1962.

MALONE, P.F.V.A. **Interferência da poda de ramos primários e armazenamento sobre frutos e sementes de mogango (*Cucurbita pepo* L.)**. 2008. 55f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal)- Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2008.

MALONE, P.F.V.A.; VILLELA, F.A.; MAUCH, C.R. Potencial fisiológico de sementes de mogango e desempenho das plantas no campo. **Revista Brasileira de Sementes**. Londrina, v. 30, n. 2, p.123-129, 2008.

MARCOS FILHO, J. Teste de vigor: dimensão e perspectivas. **Seed News**, Pelotas. v.15, n.1, p.22-27. 2011.

MARCOS FILHO, J. Teste de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap.1, p.1-20.

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

MATTHEWS, S.; POWELL, A.A. Controlled deterioration test. In: PERRY, D.A. (Ed.) **Handbook of vigour test methods**. 2.ed. Zürich: ISTA, 1987. p.49-56.

MEDEIROS, E. M. **Maturação fisiológica e adaptação do teste de envelhecimento acelerado para sementes de fumo**. 2008. 87f. Tese

(Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2008.

MENDONÇA, E.A.F.; RAMOS, N.P.; FESSEL, S.A. Adequação da metodologia do teste de deterioração controlada em sementes de brócolis (*Brassica oleracea* L. – var. *italica*). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.25, n.1, p. 18-24, 2003.

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

NUEZ, F; RUIZ, J.J.; VALCÁRCEL, J.V.; CÓRDOVA, P.F. **Colección de semillas de calabaza del centro de conservación y mejora de La agrodiversidad valenciana**. Madrid: INIA, 2000. 158 p. (INIA. Agrícola, 004).

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

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

PERRY, D.A. Report of the vigour test committee 1977-1980. **Seed Technology**, Zürich, v.9, n.1,p.115-126,1981.

POWELL, A.A. The controlled deterioration test. In: INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. **Seed vigour testing seminar**. Zürich: ISTA, 1995. p.73-87.

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

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

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

RODO, A.B.; MARCOS FILHO, J. Envelhecimento acelerado e deterioração controlada na determinação do potencial fisiológico de sementes de cebola. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.60, n.3, p.465-469, 2003.

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

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

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

SADER, R.; MENDONÇA, E.A.F.; RAMOS, N.P.; FESSEL, S.A. Teste de deterioração controlada em sementes de brócolis (*Brassica oleracea* L. var. *italica*). **Informativo ABRATES**, Curitiba, v.11, n.2, p.175, 2001.

SANTOS, C.M.R.; MENEZES, N.L.; VILLELA, F.A. Teste de deterioração controlada para avaliação do vigor de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.25, p.28-35, 2003.

SILVA, J.B.; VIEIRA, R.D. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de beterraba. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.28, n.3, p.128- 134, 2006.

SILVA, J.B.; VIEIRA, R.D. Deterioração controlada em sementes de beterraba. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 1, p.69-76, 2010.

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

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

TORRES, S.B.; DANTAS, A.H.; PERREIRA, M.F.S.; BENEDITO, C.P.; SILVA, F.H.A. Deterioração controlada em sementes de coentro. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 2 p. 319 - 326, 2012.

TORRES, S.B.; MARCOS FILHO, J. Accelerated aging of melon seeds. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 60, n.1, p. 109-112, 2003.

ZUCARELI, C. **Teste de deterioração controlada para avaliação do vigor de sementes de milho (*Zea mays* L.)**. 2002. 111f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2002.

ZUCARELI, C.; CAVARIANI, C.; SBRUSSI, C.A.G.; NAKAGAWA, J. Teste de deterioração controlada na avaliação do vigor de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.4, p. 732-742, 2011.

# RANQUEAMENTO DE LOTES DE SEMENTES DE MOGANGO ARMAZENADOS EM CONDIÇÕES AMBIENTAIS PELOS TESTES DE DETERIORAÇÃO CONTROLADA E DE ENVELHECIMENTO ACELERADO TRADICIONAL

## RESUMO

Os testes de vigor permitem distinguir com segurança lotes de alto e baixo vigor e as diferenças detectadas podem estar relacionadas ao comportamento das sementes durante o período de armazenamento e na fase de emergência em campo. O objetivo do trabalho foi adequar as metodologias dos testes de envelhecimento acelerado tradicional e deterioração controlada para avaliação do desempenho dos lotes de sementes de mogango durante o armazenamento. O trabalho foi conduzido na Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Foram utilizadas sementes de mogango, cultivar Sul Mineiro, representada por cinco lotes. As avaliações ocorreram aos zero, 60 e 120 dias de armazenamento. As sementes foram avaliadas quanto ao teor de água, germinação, primeira contagem de germinação, frio, comprimento de plântulas, fitomassa seca, índice de velocidade de emergência, emergência, envelhecimento acelerado tradicional por 24, 48 e 72 horas, e deterioração controlada com teor de água das sementes de 15 e 20% e períodos de estresse de 24 e 48 horas. Para avaliação do vigor de lotes de sementes de mogango pelo teste de envelhecimento acelerado tradicional recomenda-se a utilização de períodos de envelhecimento de 24 horas e temperatura de 41 °C; para o teste de deterioração controlada, indica-se a utilização de teor de água inicial de 15% e período de estresse de 24 horas, a 41 °C.

Palavras-Chave: *Cucurbita pepo* L, hortaliça, conservação, vigor

## **RANKING LOTS OF SEED *MOGANGO* STORED IN ENVIRONMENTAL CONDITIONS CONTROLLED BY THE TESTS AND DETERIORATION OF ACCELERATED AGING TRADITIONAL**

### **ABSTRACT**

It is expected that the vigor tests allow to distinguish safely lots of high and low vigor and that the differences are related to the behavior of the seed during storage and during field emergence. The objective of this study was to adapt methodologies of traditional accelerated aging and controlled deterioration for ranking seed lots of squash during storage. The study was conducted at the Faculty of Agronomy Eliseu Maciel. Seeds of *mogango* cultivar Mineiro South, were represented by five lots. Assessments occurred at zero, 60 and 120 days of storage. The seeds were evaluated by testing seed water content, germination, first count of germination, cold, seedling length, dry weight, rate of emergency, field emergency, accelerated aging test at 24, 48 and 72 hours, and controlled deterioration with content seed water of 15 and 20% and stress periods of 24 and 48 hours. From the results it can be concluded that to evaluate the effect of *mogango* seed lots it is recommended the accelerated aging test and using ageing period of 24 hours and a temperature of 41 °C, for the controlled deterioration test indicates the use of a water content of 15% and initial period of stress for 24 hours at 41 °C.

Key Words: *Cucurbita pepo* L, vegetable, conservation, vigor

## INTRODUÇÃO

As cucurbitáceas são nativas das Américas, provavelmente algumas das mais antigas plantas cultivadas, e compunham a base alimentar da civilização olmeca, sendo posteriormente incorporadas pelas civilizações asteca, inca e maia. No Brasil, espécies do gênero *Cucurbita*, especialmente *C. moschata* e *C. maxima*, faziam parte da alimentação dos povos indígenas antes do descobrimento e da colonização (FERREIRA, 2008).

Os genótipos de *Cucurbita pepo* L., conhecidos por mogango, são mais comuns no sul do Rio Grande do Sul, apresentando grande variabilidade genética em característica de (BARBIERI et al., 2007; MALONE, 2008).

As espécies do gênero *Cucurbita* geralmente apresentam produção distribuída no tempo, proporcionando a colheita dos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, crescimento e maturação fisiológica. Conseqüentemente, este fato exerce influência direta sobre a qualidade fisiológica das sementes, pois, se imaturas, geralmente apresentam baixo vigor e reduzido poder germinativo (PEDROSA et al., 1987).

Estudos desenvolvidos têm mostrado que outras características fisiológicas da semente podem influenciar decisivamente não só no estabelecimento de uma população inicial no campo, como também sobre todo o ciclo da planta e inclusive a produtividade. A soma dessas características fisiológicas mais sutis é denominada vigor da semente.

O uso de testes que forneçam uma estimativa do desempenho das sementes durante o armazenamento e na fase de estabelecimento no campo deve ser considerado em um programa de produção de sementes. Estes testes, que avaliam o vigor das sementes, são indicados para identificar diferenças entre lotes, principalmente daqueles que possuem porcentagem de germinação semelhante (MARCOS FILHO, 2005).

Os principais objetivos da pesquisa sobre o vigor de sementes são o desenvolvimento de procedimentos confiáveis para avaliação e determinação

da sua influência sobre o desempenho das plântulas e plantas em campo. Há várias referências na literatura que indicam associação consistente entre o potencial fisiológico das sementes, determinado em laboratório, e a emergência das plântulas em campo. No entanto, o mesmo não acontece com a relação do potencial fisiológico com o desempenho das plantas e com a produção final (KIKUTI e MARCOS FILHO, 2007).

A obtenção de uma população adequada e uniforme de plantas de espécies olerícolas no campo depende, entre outros fatores, da qualidade da semente. Mesmo para lotes com alta porcentagem de germinação, a emergência de plântulas no campo pode variar em função do vigor das sementes. Estudos sobre vigor de sementes são importantes para a identificação de diferenças significativas entre lotes, geralmente não detectadas pelo teste de germinação, permitindo a obtenção de estimativas do desempenho das sementes no campo (RAMOS et al., 2004). O estande adequado para cada cultura geralmente determina o sucesso da olericultura. Caso contrário, podem ocorrer reduções na quantidade e variações na qualidade do produto final (GRASSBAUGH e BENNETT, 1998).

O potencial de armazenamento da semente, um dos componentes de sua qualidade, é diretamente afetado pelo vigor. Desta forma, sua avaliação em várias pesquisas tem envolvido o uso de testes como o de envelhecimento acelerado (MARCOS FILHO et al., 1986; AOSA, 1988) e o de deterioração controlada (MATTHEWS, 1980; TEKRONY, 1993). O teste de envelhecimento acelerado avalia a resposta das sementes às condições de temperatura e umidade relativa elevadas, enquanto o de deterioração controlada utiliza sementes com elevado teor de água. Assim, neste teste, o efeito da umidade é direto. No entanto, os testes de deterioração controlada e o de envelhecimento acelerado têm como princípio a aceleração do processo de deterioração.

A interação entre temperatura e tempo de exposição das sementes às condições de envelhecimento são fatores importantes para a eficiência do teste de envelhecimento acelerado em avaliar o vigor e, para muitas espécies, ainda não foi bem estabelecida (BHERING et al, 2003).

O teste de deterioração controlada baseia-se numa técnica de envelhecimento similar, em fundamento, a do teste de envelhecimento

acelerado, incorporando melhor controle do teor de água da semente e da temperatura, durante o período de envelhecimento (KRZYZANOWSKI e VIEIRA, 1999). Tem sido recomendado por diversos autores para a avaliação do vigor de sementes de hortaliças (POWELL e MATTHEWS, 1981; POWELL et al., 1984; WANG et al., 1994).

Após o ajuste do teor de água das sementes, preferencialmente pelo método da atmosfera úmida (ROSSETTO et al., 1995), as amostras são colocadas em recipientes de folha de alumínio ou similar (hermético) e mantidas em banho-maria, sob temperatura e período de tempo recomendados para a espécie em avaliação. Em seguida, as sementes são colocadas para germinar, computando-se as percentagens médias de plântulas normais para cada amostra. Sementes vigorosas apresentam germinação mais elevada após essa deterioração artificial (MARCOS FILHO e NOVEMBRE, 2009).

De modo geral, a deterioração controlada é indicada para espécies que produzem sementes relativamente pequenas, embora a literatura contenha referências à utilização bem sucedida para sementes de grandes culturas. Constitui-se no teste mais adotado por pesquisadores europeus, enquanto o envelhecimento acelerado é o mais popular nas Américas (MARCOS FILHO e NOVEMBRE, 2009).

Pelo exposto, o objetivo do trabalho foi adequar as metodologias dos testes de envelhecimento acelerado tradicional e deterioração controlada para avaliação do desempenho dos lotes de sementes de mogango durante o armazenamento.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi conduzido no Laboratório Didático de Análise de Sementes, casa de vegetação e campo, em áreas didáticas da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas (FAEM/UFPel).

Foram utilizadas sementes de mogango, cultivar Sul Mineiro, representadas por cinco novos lotes, de três diferentes empresas produtoras de sementes. Ao receber as sementes, todas as latas de cada lote foram abertas e homogeneizadas a fim de se obter uma maior uniformidade,

posteriormente, acondicionadas em embalagens de papel Kraft durante a condução do experimento.

As avaliações empregadas para verificação do ranqueamento dos lotes ocorreram aos zero, 60 e 120 dias, nos meses de setembro, novembro e janeiro; considerando-se o Zero o momento em que se abriram todas as latas. Após a primeira avaliação, as sementes foram armazenadas em condição ambiente no laboratório Didático de Análise de Sementes.

Inicialmente, as sementes foram caracterizadas quanto à qualidade, por meio das avaliações:

**Teor de água (TA)** – foi conduzido de acordo com as RAS (BRASIL, 2009), pelo método de estufa, a  $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , durante 24 horas. Os resultados foram expressos em porcentagem em base úmida.

**Germinação (TG)** – foram utilizadas 200 sementes (quatro subamostras de 50 sementes) para cada amostra, semeadas em rolos de papel germitest umedecidos com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a sua massa seca, permanecendo em germinador a  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ . As contagens foram realizadas aos quatro e oito dias após a semeadura. Os resultados foram expressos em porcentagem média de plântulas normais para cada lote (BRASIL, 2009).

**Primeira contagem de germinação (1<sup>a</sup>TG)** – conduzido juntamente com o teste de germinação, sendo a contagem realizada no quarto dia após semeadura. O resultado foi expresso em porcentagem média de plântulas normais para cada lote.

**Teste de frio (TF)** - foram utilizadas 200 sementes (quatro subamostras de 50 sementes) para cada amostra, semeadas em rolos de papel germitest umedecidos com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a sua massa seca. Posteriormente, as sementes permaneceram por sete dias em câmara BOD à temperatura de  $8\text{ }^{\circ}\text{C}$ , sendo colocadas em germinador a  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ . A contagem foi realizada aos quatro dias após a semeadura. O resultado foi expresso em porcentagem média de plântulas normais para cada lote.

**Comprimento de plântulas (CP)** - foram semeadas quatro amostras de 25 sementes no terço superior da folha de papel germitest umedecidos com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a sua massa seca, permanecendo em germinador, a  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ . O comprimento da parte aérea (CPA), sistema

radicular (CSR) e total das plântulas (CP) consideradas normais (BRASIL, 2009) foi determinado ao final do oitavo dia após a semeadura, com o auxílio de régua graduada em mm e o resultado expresso em cm.plântula<sup>-1</sup>.

**Fitomassa seca (FS)** – as plântulas avaliadas no teste de comprimento de plântulas foram acondicionadas em cápsulas de alumínio e colocadas em estufa com circulação de ar forçado, com temperatura de 60 °C, por 48 horas. Logo após, as amostras foram acondicionadas em dessecadores com sílica gel, e, após esfriamento, foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,0001g.

**Índice de velocidade de emergência (IVE) em campo** – foram utilizadas quatro amostras de 50 sementes e contagem diária do número de plântulas emergidas até estabilização do número das plântulas e o cálculo do índice de velocidade de emergência efetuado conforme Maguire (1962).

**Emergência de plântulas em campo (EC)**- avaliada conjuntamente com a determinação do índice de velocidade de emergência, as avaliações foram realizadas aos 14 e 21 dias após a semeadura, computando-se o número de plântulas emergidas de comprimento não inferior a 50 mm.

**Envelhecimento acelerado tradicional (EA)** – foram utilizadas 200 sementes (quatro subamostras de 50 sementes) para cada amostra. O teste foi conduzido em caixas gerbox, contendo 40 mL de água. Uma camada uniforme de sementes foi dispostas sobre a tela interna e as caixas foram mantidas a 41 °C, por 24, 48 e 72 horas. Após o período de envelhecimento, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, e a avaliação foi realizada no quarto dia após a semeadura.

**Deterioração controlada (DC)** – o teor de água das sementes foi ajustado artificialmente para os níveis de 15 e 20%, empregando o método da atmosfera úmida (ROSSETTO et al., 1995). As sementes foram mantidas em germinador a 25 °C durante o umedecimento artificial e o teor de água de cada amostra foi monitorado mediante pesagens sucessivas, até se obter os valores desejados. Uma vez obtido o teor de água planejado, cada amostra foi acondicionada em rolos de papel alumínio e revestida com embalagem plástica, fechada hermeticamente e mantida por cinco dias em câmara fria (8-10 °C), com a finalidade de uniformizar o teor de água entre as sementes. Em seguida, as

amostras foram mantidas em banho-maria, a 41 °C, durante 24 e 48 horas. Posteriormente, foram imersas rapidamente em água fria para reduzir a temperatura, sendo instalado em seguida o teste de germinação (POWELL, 1995). A avaliação foi realizada aos quatro dias após a semeadura, computando-se a porcentagem média de plântulas normais para cada lote (BRASIL, 2009).

O delineamento estatístico adotado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições e as médias foram submetidas à análise de variância e comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de significância, com o auxílio do programa estatístico SASM – Agri (CANTERI et al.,2001).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A qualidade fisiológica das sementes dos lotes estudados foi avaliada pelo teor de água e os testes de germinação, primeira contagem de germinação, de frio, comprimento de sistema radicular, comprimento de parte aérea, comprimento total de plântula e fitomassa seca (TABELA 1), em três períodos (zero, 60 e 120 dias de armazenamento).

O teor de água das sementes pode exercer influência acentuada na sua qualidade fisiológica. Sementes de hortaliças são comercializadas com teores de água entre 6 a 8%. A umidade inicial das sementes variou muito pouco entre lotes, ou seja, apresentou valores entre 6,6% e 7,2%. Após 60 dias de armazenamento, houve aumento no teor de água das sementes de todos os lotes, que variou de 7,8% (mínimo) a 8,0% (máximo). Já após 120 dias de armazenamento, houve redução na umidade para todos os lotes, variando de 6,0% a 6,1% (TABELA 1).

A atual legislação exige que lotes de sementes de mogango apresentem germinação não inferior a 80% para comercialização. Dentre os lotes utilizados na pesquisa, nenhum apresentou germinação inferior a 80% (TABELA 1). Os lotes 1, 2, 4 e 5 apresentaram germinação similares, enquanto os lotes 1 e 3 não diferiram entre si. Após 60 e 120 dias de armazenamento, o lote 3 apresentava germinação superior, acima de 90%. Os lotes 4 e 5, entre 81% e 84%, e os lotes 1 e 2 inferiores a 80%.

Tabela 1: Qualidade fisiológica de cinco lotes de sementes de mogango, avaliados pelo teor de água (TA), germinação (TG), primeira contagem de germinação (1ªTG), teste de frio (TF), comprimento do sistema radicular (CSR), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento total de plântulas (CP) e fitomassa seca (FS), em três épocas de avaliação. Pelotas – RS, 2013.

PERÍODO (dias)	LOTE	TA	TG	1ªTG	TF	CSR	CPA	CP	FS
		(%)	(%)	(%)	(%)	(cm)	(cm)	(cm)	(mg)
ZERO	L1	7,2 D	87 AB	56 AB	47 C	10,5 <sup>NS</sup>	5,4 AB	15,9 <sup>NS</sup>	106,1 <sup>NS</sup>
	L2	7,0 C	85 B	38 C	54 B	9,6	5,4 AB	15,1	101,1
	L3	6,6 A	92 A	55 AB	64 A	10,0	4,8 B	14,8	102,4
	L4	6,9 BC	86 B	47 BC	61 A	9,1	5,8 A	14,9	92,1
	L5	6,9 B	80 B	59 A	62 A	10,3	4,2 C	14,5	99,4
	CV(%)	0,35	3,60	5,28	3,37	7,26	7,04	5,33	8,22
60	L1	7,8 A	78 BC	32 C	42 C	10,3 B	4,6 BC	14,9 AB	100,3 <sup>NS</sup>
	L2	7,8 A	75 C	36 B	48 B	10,0 B	4,6 BC	14,6 B	102,5
	L3	7,8 A	92 A	37 B	53 A	10,1 B	5,4 A	15,4 AB	93,3
	L4	8,0 B	82 B	34 BC	43 C	9,5 B	5,0 AB	14,6 B	89,5
	L5	7,8 A	82 B	43 A	52 A	11,2 A	4,4 C	15,6 A	111,9
	CV(%)	0,47	2,52	3,40	2,51	7,69	7,28	6,72	16,7
120	L1	6,1 C	73 C	19 C	37 B	8,4 <sup>NS</sup>	4,3 B	12,7 <sup>NS</sup>	103,3 <sup>NS</sup>
	L2	6,1 BC	73 C	28 B	37 B	9,7	4,3 B	14,1	100,8
	L3	6,0 A	91 A	39 A	44 A	9,7	5,0 A	14,7	96,5
	L4	6,0 A	84 B	29 B	33 C	8,7	4,8 AB	13,5	95,5
	L5	6,0 AB	81 BC	40 A	42 A	9,8	3,5 C	13,3	94,3
	CV(%)	0,33	3,75	5,31	2,51	7,84	6,56	6,88	10,02

Médias seguidas da mesma letra na coluna, em cada época, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

Ns= Não significativo pelo teste F.

A qualidade fisiológica de um lote pode ser avaliada pelo vigor das sementes, sendo a primeira contagem do teste de germinação um dos testes utilizados na mensuração do vigor. Para tal teste, foi possível estratificar os lotes em níveis de vigor. Observando os resultados apresentados na Tabela 1, constata-se que independentemente do período de armazenamento foi possível obter três níveis de vigor. Para as sementes não armazenadas o lote 5 apresentou o melhor desempenho, no entanto, não diferiu dos lotes 1 e 3; o lote 2 mostrou menor vigor, embora não diferindo do lote 4.

Aos 60 dias de armazenamento, novamente o lote 5 foi superior aos demais lotes, o mesmo ocorrendo aos 120 dias de armazenamento, juntamente com o lote 3, ambos superiores aos demais lotes. Nesses mesmos períodos, o lote 1 foi o que obteve a menor qualidade fisiológica, apesar de não ter diferido do lote 4 após 60 dias de armazenamento.

Trabalhando com lotes de sementes de mogango, Malone et al. (2008) não observaram estratificação dos lotes quanto ao vigor pelo teste de primeira contagem de germinação. No entanto, Calheiros (2010), trabalhando com lotes de sementes de abóbora (*Cucurbita moschata* Duch.), cultivar Menina Brasileira Precoce, constatou que foi possível diferenciar os lotes quanto à expressão de vigor pelo teste de primeira contagem.

Observando os resultados do teste de frio (TABELA 1), constatou-se que, independentemente do período de armazenamento também foi possível classificar os lotes em 3 níveis de vigor. A qualidade fisiológica inicial dos lotes 3, 4 e 5 foi superior aos demais e não diferiu entre eles; após 60 e 120 dias de armazenamento, os lotes 3 e 5 foram os que apresentaram maior vigor. Em valores absolutos, observou-se que ocorreu redução do vigor pelo teste das sementes ao longo do armazenamento.

O desempenho de plântulas é um dos métodos utilizados para diferenciar lotes de sementes quanto ao vigor. Dentre os testes utilizados, pode-se citar comprimento de plântulas ou de partes da mesma e fitomassa seca. Na Tabela 1, pode-se observar os resultados da fitomassa seca, cujos resultados obtidos não apresentaram diferenças significativas após o armazenamento das sementes. Avaliando o desempenho de sementes de mogango em campo, Malone et al. (2008) observaram que a variável comprimento de raiz apenas destacou o lote de qualidade fisiológica inferior. Calheiros (2010) também constatou diferenças na qualidade fisiológica entre lotes de sementes de abóbora, cultivar Menina Brasileira Precoce, ao avaliar o comprimento de raiz. No entanto, não verificou diferenças semelhantes às observadas no teste de emergência em campo.

Para a variável comprimento da parte aérea (TABELA 1) foi possível classificar os lotes em níveis de vigor, nos três períodos avaliados. No entanto, constatou-se, em valores absolutos, que após o armazenamento obteve-se

plântulas com menor comprimento de parte aérea, sendo que o lote 5 apresentou o menor comprimento da parte aérea de plântulas, nos três períodos avaliados.

Os dados iniciais de comprimento total de plântulas (TABELA 1), e após 120 dias de armazenamento não apresentaram diferenças significativas entre os lotes. Após 60 dias de armazenamento, o lote 5 apresentou melhor desempenho, com comprimento médio de 15,6 cm, enquanto os lotes 2 e 4 apresentaram, em média, 14,6 cm, o menor desempenho. Em estudo com sementes de alface, Franzin et al. (2004), tiveram dificuldades na estratificação dos lotes de sementes através do teste de comprimento de plântulas, atribuído ao fato de, no cálculo, serem consideradas somente as plântulas normais, o que pode mascarar os resultados, diminuindo as reais diferenças existentes entre lotes.

Diferentemente das demais variáveis, a fitomassa seca (TABELA 1) não apresentou redução em seus valores ao longo do armazenamento, concordando com os resultados observados por Nery et al. (2007), os quais, trabalhando com sementes de melancia, não observaram diferenças entre os cultivares, quanto à na fitomassa seca. Autores consideram que essa determinação pode não refletir o vigor dos lotes, uma vez que a emergência resulta de uma interação complexa da qualidade da semente com o ambiente de semeadura, que afeta o desenvolvimento da plântula (PERRY, 1984; BASRA, 1995; NERY et al., 2007).

Dentre os testes de vigor, o índice de velocidade de emergência e a emergência em campo são testes que não merecem atenção, pois, se conduzidos nas áreas de produção, expressam o potencial que a sementes apresentam para produzir plântulas normais. Através dos dados da Tabela 2, observou-se que o índice de velocidade de emergência (IVE) não mostrou diferença entre os lotes. Esse resultado corroborou os obtidos por Torres et al. (2012), em sementes de coentro, que não observaram diferenças na qualidade fisiológica entre os lotes avaliados pelo índice de velocidade de emergência. Para Marcos Filho (2005), testes de índice de velocidade de emergência, comprimento de plântulas e fitomassa seca, de forma geral, são considerados menos sensíveis para detectar diferenças de vigor, em comparação aos testes

baseados na integridade das membranas celulares e aos que avaliam a tolerância a estresses.

Tabela 2: Qualidade inicial de cinco lotes de sementes de mogango, avaliados pelos testes de índice de velocidade de emergência (IVE) e emergência em campo (EC) aos 14 e 21 dias após a semeadura. Pelotas – RS, 2013.

LOTES	IVE	EC – 14 DIAS (%)	EC – 21 DIAS (%)
L1	2.897 <sup>NS</sup>	85 AB	85 <sup>NS</sup>
L2	2.643	78 B	81
L3	2.827	97 A	97
L4	2.487	95 AB	95
L5	2.972	86 AB	88
CV (%)	20.94	12.97	14.40

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

Ns= Não significativo pelo teste t.

No entanto, a emergência em campo (TABELA 2), avaliada aos 14 e 21 dias após a semeadura, mostrou diferença entre os lotes aos 14 dias. O lote 3 foi o que obteve o maior percentual de emergência (97%), embora não tenha diferido dos lotes 1, 4 e 5. O lote 2 apresentou o menor percentual de emergência (78%), embora também não tenha diferido dos lotes 1, 4 e 5.

A avaliação da emergência em campo aos 21 dias após a semeadura (TABELA 2) não apresentou diferenças significativas entre os lotes. Apesar de terem se constatado diferenças entre os lotes na emergência aos 14 dias, estas apenas identificaram os lotes com alto e baixo vigor. Através do teste de emergência em campo, Bhering et al. (2005) conseguiram estratificar lotes de sementes de melancia em níveis de vigor; também em sementes de coentro, Torres et al. (2012) constataram diferenças entre lotes quanto à expressão do vigor pelo teste de emergência.

No teste de envelhecimento acelerado, as sementes são submetidas a condições adversas de alta temperatura e umidade. A metodologia do teste pode ser modificada através do uso de soluções salinas e diferentes períodos em que as sementes ficam expostas. Na Tabela 3, estão os resultados obtidos

no teste de envelhecimento acelerado tradicional utilizando três períodos de exposição (24, 48 e 72 horas). Na metodologia com 24 horas de exposição foi possível classificar os lotes em níveis de vigor, para os três períodos de avaliação sendo o lote 5 considerado superior em todos os períodos avaliados.

Tabela 3: Dados médios de germinação (%) de sementes de mogango submetidas ao envelhecimento acelerado pelo método tradicional por diferentes períodos de envelhecimento (24, 48 e 72 horas); e deterioração controlada com umidades iniciais de 15 e 20% e períodos de banho-maria de 24 e 48 h, em três períodos de armazenamento. Pelotas – RS, 2013.

PERÍODO (dias)	Lote	Envelhecimento acelerado (%)			Deterioração controlada (%)			
		24	48	72	15/24	15/48	20/24	20/48
ZERO	L1	30 C	28 BC	19 B	28 B	15 B	19 C	13 C
	L2	39 B	25 C	10 C	25 B	14 B	22 BC	13 C
	L3	39 B	38 A	31 A	37 A	25 A	30 A	16 C
	L4	33 C	31 B	28 A	28 B	26 A	25 AB	24 B
	L5	53 A	41 A	27A	35 A	30 A	30 A	30 A
	CV (%)	3,41	4,21	7,55	4,76	5,98	5,39	6,24
60	L1	20 C	16 B	4 B	11 C	8 B	11D	7 B
	L2	17 D	16 B	5 B	17 B	11 AB	13 CD	6 B
	L3	26 B	26 A	15 A	21 B	19 A	19 B	14 A
	L4	19CD	19 B	17 A	27 A	18 AB	17 BC	13 A
	L5	31 A	25 A	17 A	28 A	20 A	25 A	14 A
	CV (%)	2,77	5,40	8,19	5,90	17,32	7,38	5,73
120	L1	11 D	10 B	4 B	11 C	10 C	11 C	4 B
	L2	16 C	9 B	5 B	9 C	7 D	10 C	1 C
	L3	22 B	21 A	14 A	16 B	16 AB	16 B	14 A
	L4	18BC	16 A	16 A	22 A	13 BC	18 B	11 A
	L5	29 A	20 A	15 A	24 A	19 A	24 A	12 A
	CV (%)	5,14	7,34	8,51	7,35	6,30	7,18	10,59

Médias seguidas da mesma letra na coluna, dentro do mesmo período, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

Utilizando a metodologia de 48 horas de exposição (TABELA 3), para o primeiro e segundo períodos de avaliação, os lotes 3 e 5 apresentaram-se superiores. Para terceiro período, os lotes 3, 4 e 5 foram os de maior vigor. Também foi possível constatar que o período de 48 horas foi o que apresentou os resultados mais semelhantes aos observados no teste de germinação e emergência em campo. Resultados similares foram observados por Calheiros (2010), ao concluir que o período de 48 horas de envelhecimento, utilizando a metodologia de solução salina não saturada é eficiente para avaliação do

potencial fisiológico de lotes de sementes de abóbora. Em outra pesquisa com sementes de melancia, Bhering et al.(2003) concluíram que o envelhecimento acelerado tradicional a 41 °C por 48 horas é adequado para a classificação dos lotes de melancia em níveis de vigor.

Para o teste de envelhecimento acelerado (TABELA 3) com 72 horas de exposição, foi possível diferenciar os lotes em dois grupos quanto à qualidade fisiológica. Nos três períodos de avaliação, os lotes 3, 4 e 5 foram superiores aos lotes 1 e 2. No entanto, ao utilizar tal metodologia, o período de envelhecimento torna-se muito prolongado e propicia o desenvolvimento de fungos. Tais resultados concordam com os observados por Almeida et al. (2010), que constataram idêntica classificação dos lotes, em sementes de melancia, pelo teste de envelhecimento acelerado tradicional, utilizando períodos de 48 e 72 horas. No entanto, os autores sugeriram a adoção do período de 48 horas mais adequada, pois exige menos tempo, possibilitando obtenção mais rápida de informações.

Trabalhando com sementes de mogango, Malone et al. (2008) avaliaram períodos de envelhecimento de 48 e 72 horas e os métodos tradicional e com uso de solução salina não saturada e concluíram que a metodologia tradicional e período de exposição de 72 horas são adequados para avaliação do potencial fisiológico de sementes de mogango.

Os resultados do teste de envelhecimento acelerado mostram que, independentemente do período de exposição a que as sementes foram submetidas, foi possível diferenciar os lotes quanto ao vigor. Todavia, ficou evidente que, com o aumento do período de exposição a condições adversas, ocorreu redução acentuada na porcentagem de plântulas normais pelo teste de envelhecimento acelerado. Tal ocorrência também foi constatada ao se aumentar o período de armazenamento.

O teste de deterioração controlada tem sido utilizado para diferenciar lotes de sementes quanto ao vigor, principalmente de hortaliças, pois a maioria desse grupo apresenta tamanho reduzido de suas sementes. Na Tabela 3, estão apresentados os resultados obtidos pelo teste de deterioração controlada usando diferentes metodologias. Na metodologia empregando teor de água das sementes de 15% e período de 24 horas de banho-maria, foi possível

diferenciar os lotes quanto à qualidade fisiológica. Após os períodos de armazenamento, observou-se houve redução no vigor.

Para sementes de beterraba, Silva e Vieira (2010) compararam dois métodos para ajuste de teor de água das sementes (substrato úmido e atmosfera úmida); teores de água iniciais de 22% e 24% e períodos de 12, 24 e 36 horas de banho-maria, a 45 °C, e concluíram que a combinação 22% e 24 horas, com o uso de substrato úmido, foi a metodologia mais adequada para condução do teste de deterioração controlada, visando a caracterização de lotes de sementes de beterraba.

O uso da combinação 15% e 48 horas de banho-maria (TABELA 3) foi mais drástico para as sementes, ocorrendo redução drástica na germinação. Independentemente do período em que as sementes foram mantidas no banho-maria, foi possível constatar que os lotes com alto vigor mantiveram-se. O lote 5 apresentou desempenho superior ao ser avaliado pelas duas metodologias do teste de deterioração controlada nos três períodos de avaliação. Por outro lado, em sementes de abóbora, Calheiros (2010) constatou que o teste de deterioração controlada com ajuste de teor de água para 25% e 48 horas de banho-maria foi eficiente para avaliação do potencial fisiológico de lotes de sementes de abóbora, cultivar Menina Brasileira Precoce.

Pelos resultados apresentados na Tabela 3, observou-se que o teste de deterioração controlada com ajuste do teor de água das sementes para de 20% também possibilitou a estratificação dos lotes em níveis de vigor. No entanto, metodologia de 24 horas de banho-maria foi mais eficiente na estratificação dos lotes e menos drástica do que a metodologia de 48 horas de banho-maria, pois a combinação de 20% de umidade inicial e 48 horas de banho-maria, apresentou valores inferiores a 10% de germinação. Os resultados obtidos no teste de deterioração controlada, com teor de água ajustado para 20%, permitiram ranquear os lotes em níveis de vigor. Por sua vez Bhering et al. (2003), trabalhando com sementes de pepino, constaram que com teor de água ajustado para 20% e períodos de 24 horas e 48 horas, permitiram detectar apenas o lote de qualidade inferior. No mesmo trabalho, observou-se que, para

sementes de pepino, é necessário umidade de 24% e 48 horas de banho-maria para diferenciar lotes.

Trabalhando com sementes de rúcula, Goulart e Tillmann (2007) avaliaram o uso de teores de água de 20% e 24%, temperatura do banho-maria de 41 °C e 45 °C, por 24 horas, e concluíram que a combinação mais eficiente na avaliação do potencial fisiológico é 20% /41 °C/ 24horas.

O período de 48 horas de deterioração controlada provocou maior redução no desempenho dos lotes de sementes em comparação com o de 24 horas de deterioração controlada dos lotes de sementes (TABELA 3). Resultados semelhantes foram observados por Torres et al. (2012), em sementes de coentro. Essa maior deterioração das sementes ocorreu, provavelmente devido ao maior período de exposição das sementes a alta temperatura e umidade relativa do ar, provocando alterações que influenciaram a síntese de proteínas, ácidos nucleicos e metabolismo do DNA (VÁSQUEZ et al., 1991; TORRES et al., 2012). Podem ocorrer, também, alterações no processo respiratório e na funcionalidade das membranas celulares, cuja causa principal é a peroxidação de lipídios, com interferência na germinação (BASAJAVARAJAPPA et al., 1991; TORRES et al., 2012).

Pode-se observar na, Tabela 4, o teor de água após o envelhecimento tradicional nos diferentes períodos avaliados. Observou-se que a maior absorção de água ocorreu nas primeiras 24 horas de envelhecimento. Não houve variações acentuadas entre os lotes, após cada período de armazenamento.

A desuniformidade do teor de água é indesejável, porque, geralmente, a germinação é inversamente proporcional ao teor de umidade alcançado pelas sementes após o envelhecimento; as variações do teor de umidade entre as amostras submetidas ao teste devem se situar dentro de limites definidos, para não comprometer a fidelidade das informações obtidas e permitir a comparação de resultados (MARCOS FILHO e NOVEMBRE, 2009).

Tabela 4. Teores de água (%) inicial (0) e após os períodos de envelhecimento acelerado tradicional (24, 48 e 72h) em sementes de mogango de cinco lotes, após três períodos de armazenamento. Pelotas – RS, 2013.

LOTES	PERÍODOS (dias)											
	ZERO				60				120			
	PERÍODOS DE ENVELHECIMENTO (h)											
	0	24	48	72	0	24	48	72	0	24	48	72
L1	7,2	18,2	18,3	20,0	7,7	16,5	19,6	18,2	6,1	17,1	18,4	18,5
L2	7,0	18,2	18,3	18,3	7,8	16,4	18,9	19,8	6,1	16,5	19,2	21,1
L3	6,6	16,9	20,8	21,0	7,8	16,2	17,0	17,5	6,0	17,3	18,6	21,0
L4	7,0	16,9	19,9	19,4	8,0	16,8	16,5	21,2	6,0	16,8	18,1	21,6
L5	6,9	18,6	21,9	20,3	7,8	16,9	17,0	17,5	6,0	16,8	18,7	18,8

Na Tabela 5, estão apresentados os resultados da análise de correlação, onde se pode observar que o teste de envelhecimento acelerado com 24 horas de estresse apresentou correlação significativa com os testes de germinação e de frio, nas três épocas. Para as variáveis fitomassa seca, índice de velocidade de emergência e emergência em campo não foi significativo em todas as épocas avaliadas.

O teste de envelhecimento acelerado com 24 horas de exposição (tabela 5) apresentou com o teste de primeira contagem de germinação correlação não significativa no primeiro período de avaliação e correlação altamente significativa e positiva nos demais períodos de avaliação. O comprimento total de plântulas apresentou correlação negativa nos períodos sem armazenamento e após de 60 de armazenamento; e não significativa aos 120 de armazenamento; com o teste de envelhecimento acelerado com 24 de exposição.

**TABELA 5** – Correlações lineares entre as variáveis: germinação (TG), primeira contagem de germinação (1<sup>a</sup>TG), comprimento de plântulas (CP), fitomassa seca (FS), frio (TF), índice de velocidade de emergência (IVE) e de emergência a campo (EC) com o teste de envelhecimento acelerado tradicional nos períodos de 24, 48 e 72 horas e com o teste de deterioração controlada com teores de água iniciais de 15 e 20% e períodos de banho-maria de 24 e 48 horas, em três períodos de avaliação. Pelotas – RS, 2013.

PERÍODOS (dias)		ENVELHECIMENTO ACCELERADO			DETERIORAÇÃO CONTROLADA			
		24	48	72	15/24	15/48	20/24	20/48
ZERO	TG	-0,48*	-0,12 <sup>NS</sup>	0,11 <sup>NS</sup>	0,06 <sup>NS</sup>	-0,25 <sup>NS</sup>	-0,15 <sup>NS</sup>	-0,57*
	1TG	0,22 <sup>NS</sup>	0,67**	0,57**	0,57**	0,45*	0,30 <sup>NS</sup>	0,34 <sup>NS</sup>
	CP	-0,51*	-0,47*	-0,32 <sup>NS</sup>	-0,42 <sup>NS</sup>	-0,53*	-0,68**	-0,46*
	FS	-0,11 <sup>NS</sup>	0,07 <sup>NS</sup>	-0,15 <sup>NS</sup>	-0,02 <sup>NS</sup>	-0,31 <sup>NS</sup>	-0,20 <sup>NS</sup>	-0,42 <sup>NS</sup>
	TF	0,50*	0,59**	0,59**	0,57**	0,80**	0,73**	0,57**
	IVE	0,23 <sup>NS</sup>	0,06 <sup>NS</sup>	0,005 <sup>NS</sup>	0,21 <sup>NS</sup>	0,07 <sup>NS</sup>	0,13 <sup>NS</sup>	0,05 <sup>NS</sup>
	EC	-0,04 <sup>NS</sup>	0,28 <sup>NS</sup>	0,60**	0,38 <sup>NS</sup>	0,47*	0,30 <sup>NS</sup>	0,17 <sup>NS</sup>
60	TG	0,50*	0,71**	0,59**	0,32 <sup>NS</sup>	0,52*	0,46*	0,75**
	1TG	0,72**	0,63**	0,46*	0,53*	0,37 <sup>NS</sup>	0,73**	0,46*
	CP	-0,61**	0,52*	0,34 <sup>NS</sup>	0,26 <sup>NS</sup>	0,24 <sup>NS</sup>	0,59**	0,32 <sup>NS</sup>
	FS	0,22 <sup>NS</sup>	0,19 <sup>NS</sup>	-0,05 <sup>NS</sup>	0,07 <sup>NS</sup>	-0,06 <sup>NS</sup>	-0,002 <sup>NS</sup>	-0,15 <sup>NS</sup>
	TF	0,71**	0,74**	0,39 <sup>NS</sup>	0,39 <sup>NS</sup>	0,45*	0,62**	0,53*
	IVE	0,20 <sup>NS</sup>	0,19 <sup>NS</sup>	-0,11 <sup>NS</sup>	-0,04 <sup>NS</sup>	-0,02 <sup>NS</sup>	0,02 <sup>NS</sup>	0,03 <sup>NS</sup>
	EC	0,13 <sup>NS</sup>	0,47*	0,47*	0,32 <sup>NS</sup>	0,36 <sup>NS</sup>	0,23 <sup>NS</sup>	0,64**
120	TG	0,46*	0,78**	0,73**	0,53*	0,58**	0,43 <sup>NS</sup>	0,79**
	1TG	0,87**	0,77**	0,63**	0,63**	0,70**	0,70**	0,70**
	CP	0,19 <sup>NS</sup>	0,21 <sup>NS</sup>	0,23 <sup>NS</sup>	0,01 <sup>NS</sup>	0,007 <sup>NS</sup>	-0,05 <sup>NS</sup>	0,15 <sup>NS</sup>
	FS	0,06 <sup>NS</sup>	-0,11 <sup>NS</sup>	-0,04 <sup>NS</sup>	0,12 <sup>NS</sup>	0,17 <sup>NS</sup>	0,17 <sup>NS</sup>	-0,04 <sup>NS</sup>
	TF	0,52*	0,55*	0,19 <sup>NS</sup>	0,04 <sup>NS</sup>	0,55*	0,20 <sup>NS</sup>	0,32 <sup>NS</sup>
	IVE	0,07 <sup>NS</sup>	0,08 <sup>NS</sup>	-0,02 <sup>NS</sup>	-0,004 <sup>NS</sup>	0,15 <sup>NS</sup>	0,11 <sup>NS</sup>	0,07 <sup>NS</sup>
	EC	0,14 <sup>NS</sup>	0,50*	0,56*	0,38 <sup>NS</sup>	0,35 <sup>NS</sup>	0,34 <sup>NS</sup>	0,70**

\*\*Significativo pelo teste t em nível de 1% de probabilidade de erro; ns Não significativo pelo teste t, \* Significativo pelo teste t em nível de 5% de probabilidade de erro.

Para o teste de envelhecimento acelerado com 48 horas de exposição, a análise de correlação (TABELA 5) apresentou-se significativa e positiva, independentemente do período de avaliação, para as variáveis primeira contagem de germinação e teste de frio. Já para a fitomassa seca e o índice de velocidade de emergência, a correlação foi não significativa nos três períodos. O teste de germinação apresentou correlação positiva e significativa com

envelhecimento acelerado conduzido por 48 horas de exposição após 60 e 120 dias de armazenamento, com  $r$  de 0,71 e 0,78, respectivamente. O comprimento de plântulas apresentou correlação positiva e significativa nos dois primeiros períodos e não significativa no terceiro período. A emergência em campo apenas na primeira avaliação foi não significativa; nas demais, apresentou correlação positiva com  $r$  de 0,47 e 0,50, respectivamente, após os 60 e 120 dias de armazenamento.

O teste de envelhecimento acelerado com 72 horas de exposição (TABELA 5) apresentou correlação significativa com primeira contagem de germinação e emergência em campo, nos três períodos avaliados. Não houve correlação significativa com as variáveis comprimento de plântulas, fitomassa seca e índice de velocidade de emergência. A correlação com o teste de germinação mostrou-se não significativa apenas na primeira avaliação; e o teste de frio apresentou correlação significativa com o teste de envelhecimento acelerado com 72 horas de exposição somente na primeira avaliação.

O principal objetivo em pesquisas sobre vigor de sementes é o desenvolvimento de procedimentos confiáveis para avaliação, determinando sua influência sobre o desempenho das plantas em campo. Estudos indicam que há associação consistente entre o potencial fisiológico das sementes, determinado em laboratório, e a emergência das plântulas em campo (KIKUTI e MARCOS FILHO, 2007). No entanto, no presente trabalho; das metodologias testadas para o teste de envelhecimento acelerado, apenas aquela conduzida com 72 horas de envelhecimento apresentou correlação com a emergência em campo nos três períodos de avaliação (TABELA 5).

Observando os resultados dos três períodos de envelhecimento (TABELA 3), constatou-se que empregando-se 24 e 48 horas de exposição, foi possível separar os lotes em níveis de vigor, sendo que a germinação diminuiu drasticamente com o aumento do período de envelhecimento. Vale destacar que o teste de envelhecimento acelerado por 24 e 48 horas de estresse, nos três períodos de avaliação, mostraram correlação positiva com o teste de frio e com o comprimento de plântulas, nos dois primeiros períodos.

O teste de deterioração controlada, com ajuste do teor de água para sementes para 15% e 24 horas de banho-maria, apresentou correlação

(TABELA 5) significativa com o teste de primeira contagem de germinação nos três períodos de avaliação. Com as variáveis comprimento de plântulas, fitomassa seca, índice de velocidade de emergência e emergência em campo, não houve correlação significativa, independentemente da época de avaliação. O teste de germinação, apenas após 120 dias de armazenamento apresentou correlação significativa e positiva com o teste de deterioração controlada 15%/24 horas ( $r$  de 0,53). O teste de frio apenas no primeiro período de avaliação foi significativo.

A análise de correlação, da metodologia de deterioração controlada utilizando teor de água 15% e 48 horas de banho-maria (TABELA 5), apresenta apenas para o teste de frio correlação significativa positiva nas três épocas; os testes fitomassa seca e índice de velocidade de emergência apresentaram, em todos os períodos, correlação não significativa. A germinação apenas na primeira época apresentou correlação não significativa; a primeira contagem de germinação somente na segunda avaliação foi não significativo. Por outro lado, as variáveis comprimento de plântulas e emergência em campo mostraram correlação significativa na primeira avaliação.

No teste de deterioração controlada com teor de água 20% e banho-maria de 24 horas (TABELA 5), as variáveis fitomassa seca, índice de velocidade de emergência e emergência em campo apresentaram correlação não significativa em todas as épocas de avaliação. O teste de germinação apenas na segunda avaliação obteve correlação significativa; a primeira contagem de germinação somente na primeira avaliação a análise de correlação foi não significativa. Para as variáveis comprimento total e teste de frio, constatou-se correlação significativa nas duas primeiras avaliações.

Na metodologia teor de água de 20% e 48 horas de banho-maria, no teste de deterioração controlada (TABELA 5) constatou-se que o teste de germinação apresentou correlação negativa e significativa na primeira época, e nas demais épocas, correlação positiva e significativa. Para as variáveis fitomassa seca e índice de velocidade de emergência em todas as épocas avaliadas a correlação foi não significativa. Nos testes de primeira contagem de germinação e emergência em campo apenas na primeira etapa não houve

correlação significativa. O teste comprimento de plântula na primeira avaliação e o teste de frio nas duas primeiras épocas teve correlação significativa.

De modo geral pode-se afirmar que o teste de deterioração controlada não apresentou correlação significativa com o teste de emergência em campo (TABELA 5), pois em quase todos apresentaram o correlação não significativa e com valores de coeficiente de correlação, muito baixos; apenas na metodologia 20/48 na segunda e terceira épocas que mostraram correlação positiva significativa e com  $r$  acima 0,60. No entanto, ao observar a Tabela 3, atesta-se que as quatro metodologias testadas foram eficientes em ranquear os lotes. No entanto, em valores absolutos, verifica-se que com o aumento da umidade inicial, bem como, com o aumento do período de banho-maria há redução acentuada no valor da germinação após período de deterioração.

Numa análise geral dos resultados alcançados, verificou-se que o teste de envelhecimento acelerado conduzido a 41 °C por 24 horas (TABELA 3) apresenta eficiência no ranqueamento de lotes de sementes de mogango quanto ao vigor apesar de não apresentar correlação linear significativa com o teste de emergência em campo (TABELA 5).

O teste de deterioração controlada conduzido a 41 °C, teor de água inicial de 15% e período de estresse de 24 horas mostram eficiência relativa na avaliação do potencial fisiológico de lotes de sementes de mogango. Apesar de não se constatar correlação com o teste de emergência em campo, observa-se a separação dos lotes em níveis de vigor.

Pelo teste de envelhecimento acelerado foi classificar os lotes quanto o vigor, quando utilizou-se períodos de estresse de 24 e 48 horas, no entanto sabe-se que dentro de um programa de controle de qualidade é mais adequado utilizar metodologias que possibilitem a obtenção de resultado em períodos mais rápido possível.

## **CONCLUSÕES**

Para avaliação do vigor de lotes de sementes de mogango durante o armazenamento pelo teste de envelhecimento acelerado tradicional recomenda-se a utilização de períodos de exposição de 24 horas e temperatura de 41 °C.

É possível o ranqueamento de lotes de sementes de mogango, submetidos ao armazenamento pelo teste de deterioração controlada, com a utilização de teor de água inicial de 15% e períodos de estresse de 24 horas, a 41 °C.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A.S.; PINTO, J.F.; DEUNER, C.; VILLELA, F.A. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de melancia. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v.17, n.1, p. 68-77, 2010.

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. Accelerated aging and conductivity vigor test procedures revised by AOSA. **The News of the Association Official Seed Analysts**, Lincoln, v.62, n.4, p.1-3, 1988.

BARBIERI, R.L.; HEIDEN, G.; CASTRO, C.M.; DORNELLES, J.E.F.; SINIGAGLIA, C.; MEDEIROS, A.R.M. Resgate e conservação de variedades crioulas de cucurbitáceas do sul do Brasil. Resumos do II Congresso Brasileiro de Agroecologia. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, n.1, p. 824 – 827. 2007.

BASAJAVARAJAPPA, B.S.; SHETY, H.S.; PRAKASH, H.S. Membrane deterioration and other biochemical changes, associated with accelerated aging of maize seeds. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.2, n.2, p. 279-286, 1991.

BASRA, A.S. **Seed quality**: basic mechanisms and agriculture implications. New York: Food Products Press, 1995. p. 173-207.

BHERING, M.C.; DIAS, D.C.F.S.; BARROS, D.I. Adequação da metodologia do teste de tetrazólio para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de melancia. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.27, n.1, p.176-182-2005.

BHERING, M.C.; DIAS, D.C.F.S.; BARROS, D.I.; TOKUHISA, D. Avaliação do vigor de sementes de melancia (*Citrullus lunatus* Schard.) pelo teste de envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.25, n. 2, p. 1-6, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399p.

CALHEIROS, V.S. **Testes de vigor para avaliação do potencial fisiológico de sementes de abóbora (*Cucurbita moschata* Duch.)**. 2010. 43f. Dissertação (Mestrado em Ciência e tecnologia de sementes) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2010.

CANTERI, M. G., ALTHAUS, R. A., VIRGENS FILHO, J. S., GIGLIOTI, E. A., GODOY, C. V. SASM - Agri: Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott - Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, Ponta Grossa, v.1, n.2, p.18-24, 2001.

FERREIRA, M. A. J. F. Abóboras e morangas: das Américas para o mundo. In: BARBIERI, R. I.; STUMPF, E. R. T. (Ed.). **Origem e evolução de plantas cultivadas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 59-88.

FRANZIN, S.M.; MENEZES, N.L.; GARCIA, D.C.; ROVERSI, T. Avaliação do vigor de sementes de alface nuas e peletizadas. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.26, n.2, p.114-118, 2004.

GOULART, L. S.; TILLMANN, M. A. A. Vigor de sementes de rúcula (*Eruca sativa* L.) pelo teste de deterioração controlada. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 29, n 2, p.179-186, 2007.

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

KIKUTI, A. L. P.; MARCOS FILHO, J. Potencial fisiológico de sementes de couve-flor e desempenho de plantas em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.29, n1, p.107-113, 2007.

KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D. Deterioração controlada. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.6.1-6.8.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination- aid in selection and evaluation for seedling and vigour. **Crop Science**, Madison, v.2, n.1, p.176-177, 1962.

MALONE, P.F.V.A. **Interferência da poda de ramos primários e armazenamento sobre frutos e sementes de mogango (*Cucurbita pepo* L.)**. 2008. 55f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal)- Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2008.

MALONE, P.F.V.A.; VILLELA, F.A.; MAUCH, C.R. Potencial fisiológico de sementes de mogango e desempenho das plantas no campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 30, n.2, p.123-129, 2008.

MARCOS FILHO, J.; NOVENBRE, A.D.L.C. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de hortaliças. In: NASCIMENTO, W.M. (Ed). **Tecnologia de Sementes de Hortaliças**. Brasília: Embrapa - Hortaliças, 2009. Cap 7, p. 185-243.

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

MARCOS FILHO, J.; CARVALHO, R.V.; CICERO, S.M.; DEMETRIO, C.G.B. Qualidade fisiológica e comportamento de sementes de soja no armazenamento e no campo. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, v.43, p.389-443, 1986.

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

NERY, M.C.; CARVALHO, M.L.M.; OLIVEIRA, L.M. Teste de tetrazólio para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de melancia. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.28, n.3, p. 365-372, 2007.

PEDROSA, J. F.; OLIVEIRA, G. M.; NETO, F. B.; MONTEIRO, M. R. Influência da idade e armazenamento do fruto na produção e qualidade de sementes de *Cucurbita maxima x moschata*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.5, n.2, p. 15-17, 1987.

PERRY, D. A. Factors influencing the establishment of cereal crops. **Aspects of Applied Biology**, v.7, p.65-83, 1984.

POWELL, A.A. The controlled deterioration test. In: INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. **Seed vigour testing seminar**. Zurich: ISTA, 1995. p.73-87.

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

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

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

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

SILVA, J.B.; VIEIRA, R.D. Deterioração controlada em sementes de beterraba. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 1 p.069-076, 2010.

TEKRONY, D.M. Accelerated aging test. **Journal of Seed Technology**, East Lansing, v.17, p.110-120, 1993.

TORRES, S.B.; DANTAS, A.H.; PERREIRA, M.F.S.; BENEDITO, C.P.; SILVA, F.H.A. Deterioração controlada em sementes de coentro. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 2 p. 319 - 326, 2012.

VÁSQUEZ, E.; MONTIEL, F.; VÁSQUEZ-RAMOS, J.M. DNA ligase activity in deteriorated maize axis during germination: a model relating effects in DNA

metabolism in seeds to loss of germinability. **Seed Science Research**, v.1, n.2, p.269-273, 1991.

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

## CONSIDERAÇÕES GERAIS

Os lotes de sementes de mogango, utilizados, em geral apresentavam elevada qualidade fisiológica de acordo com os resultados obtidos pelos testes de germinação e vigor. Apesar de o teste de germinação ter sido conduzido em condições favoráveis, com temperatura e umidade adequadas, foi possível detectar diferenças na qualidade fisiológica dos lotes.

Os testes de vigor têm como objetivo detectar diferenças sutis na qualidade fisiológica entre lotes de sementes. Embora os testes de frio e de primeira contagem de germinação apresentem princípios diferentes, no sentido que no teste de frio a semente passa pelo estresse de baixa temperatura e alta umidade e no teste de primeira contagem de germinação o objetivo é avaliar a capacidade da semente em germinar em menor período de tempo, os dois testes possibilitaram diferenciar os lotes em níveis de vigor.

Na avaliação da emergência de plântulas em campo, não foi possível estratificar os lotes em vários níveis de vigor, provavelmente devido às condições em que o teste foi realizado. Como a semeadura foi realizada sob condições favoráveis, as sementes provavelmente não encontraram dificuldades climáticas para a emergência, conseqüentemente obteriam valores elevados de emergência de plântulas.

Sementes de hortaliças devem ser armazenadas com teor de água abaixo de 8% e, quanto menor o teor de água, maior será o potencial de armazenamento. Os lotes avaliados apresentaram teor de água inferior a 8%, nas três épocas de avaliação.

Para as variáveis comprimento da parte aérea de planta e fitomassa seca de plantas houve resultados divergentes, pois na primeira época foi possível separar os lotes quanto à qualidade fisiológica, enquanto na segunda tais variáveis não mostraram-se eficientes na avaliação da qualidade fisiológica.

Na avaliação do índice de velocidade de emergência, em nenhuma das avaliações obteve-se diferenças significativas entre os lotes.

As mesmas plantas utilizadas na determinação do comprimento de plântulas foram secas em estufa para obter a fitomassa seca e também não

houve diferenças entre os resultados. Assim sendo, pode-se constatar que tais variáveis não são eficientes para diferenciação de lotes de sementes de mogango quanto ao vigor.

O teste de frio mostrou-se eficiente no ranqueamento de lotes de sementes de mogango quanto à qualidade fisiológica. Também apresentou resultados satisfatórios para correlação com o teste de envelhecimento acelerado, independentemente do uso de soluções e do período de exposição.

Os resultados do teste de envelhecimento acelerado mostraram que, independentemente da época de avaliação, o uso de soluções salinas não se mostrou eficiente, não possibilitou o ranqueamento dos lotes; entretanto, ao utilizar o método tradicional foi possível a identificação de níveis de vigor.

Os teores de água após o envelhecimento tradicional e com o uso de soluções salinas evidenciaram que o uso de soluções promove redução da captação de água pelas sementes de mogango durante os períodos de envelhecimento. Portanto as sementes alcançam teores de água inferiores aos observados no método tradicional.

O teste de deterioração controlada com ajuste dos teores de água das sementes para 15%, independentemente do período de estresse, apresenta possibilidade de ranquear os lotes de sementes de mogango em níveis de vigor.

No teste de envelhecimento acelerado, a utilização de metodologias com longos períodos de estresse, como 72 e 96 horas, além de ser muito demorado, também propicia o desenvolvimento de fungos.

Os resultados do teste de envelhecimento acelerado mostraram que, independentemente do período de exposição a que as sementes foram submetidas, foi possível diferenciar os lotes quanto ao vigor. No entanto, ficou evidenciado que com o aumento do período de exposição às condições adversas (24, 48 e 72 horas), há redução na porcentagem de plântulas normais. Tal fato também é constatado com o aumento do período de armazenamento.

As quatro metodologias testadas para o teste de deterioração controlada foram eficientes para o ranqueamento de lotes. No entanto, em valores absolutos, verificou-se que, com o aumento do teor de água inicial, bem como

do período de estresse ocorreu redução da germinação após o período de deterioração artificial.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A.S.; PINTO, J.F.; DEUNER, C.; VILLELA, F.A. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de melancia. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v.17, n.1, p. 68-77, 2010.

ALMEIDA, D.P.F. **Cucurbitáceas hortícolas**. Faculdade de Ciências Universidade do Porto. 2002. Disponível em: <<http://www.dalmeida.com/cucurbitaceas>> Acesso em: 4 jan. 2013.

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. Accelerated aging and conductivity vigor test procedures revised by AOSA. **The News of the Association Official Seed Analysts**, Lincoln, v.62, n.4, p.1-3, 1988.

ÁVILA, P.F.V.; VILLELA, F.A.; ÁVILA, M.S.V. Teste de envelhecimento para avaliação do potencial fisiológico de sementes de rabanete. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.28, n.3, p. 52-58, 2006.

BARBIERI, R.L.; HEIDEN, G.; CASTRO, C.M.; DORNELLES, J.E.F.; SINIGAGLIA, C.; MEDEIROS, A.R.M. Resgate e conservação de variedades crioulas de cucurbitáceas do sul do Brasil. Resumos do II Congresso Brasileiro de Agroecologia. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, n.1, p. 824 – 827. 2007.

BARROS, D. I.; DIAS, D. C. F. S.; BHERING, M. C.; DIAS, L. A. S. ; PUIATTI, M. Avaliação do vigor de sementes de abobrinha pelo teste de tetrazólio. **Horticultura Brasileira**, v.20, 2002. Suplemento 2. (CD-ROM).

BASAJAVARAJAPPA, B.S.; SHETY, H.S.; PRAKASH, H.S. Membrane deterioration and other biochemical changes, associated with accelerated aging of maize seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.2, n.2, p. 279-286, 1991.

BASRA, A.S. **Seed quality: basic mechanisms and agriculture implications**. New York: Food Products Press, 1995. p. 173-207.

BENNETT, M.A.; BARR, A.J.; GRASSBAUGH, E.M.; EVANS, A.F. Seed vigor evaluation of su, se and sh2 sweet corn genotypes using the saturated salt accelerated aging (SSAA) test. In: INTERNATIONAL SEED TESTING CONGRESS: SEED SYMPOSIUM, 25., 1998, Pretoria. **Abstracts...** Pretoria: ISTA, 1998. p.92 - 103.

BHERING, M.C.; DIAS, D.C.F.S.; BARROS, D.I. Adequação da metodologia do teste de tetrazólio para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de melancia. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.27, n.1, p.176-182-2005.

BHERING, M.C.; DIAS, D.C.F.S.; BARROS, D.I.; TOKUHISA, D. Avaliação do vigor de sementes de melancia (*Citrullus lunatus* Schard.) pelo teste de envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.25, n. 2, p. 1-6, 2003.

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

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399p.

BUENO, A.C.R.; DOMENICO, C.I.; FREITAS, R.A.; JUSTINO, E.V.; NASCIMENTO, W.M. Envelhecimento acelerado e deterioração controlada para avaliação do vigor de sementes de lentilha. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 2, julho 2010. (Suplemento - CD Rom),

CALHEIROS, V.S. **Testes de vigor para avaliação do potencial fisiológico de sementes de abóbora (*Cucurbita moschata* Duch.)**. 2010. 43f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2010.

CANTERI, M. G., ALTHAUS, R. A., VIRGENS FILHO, J. S., GIGLIOTI, E. A., GODOY, C. V. SASM - Agri: Sistema para análise e separação de médias em

experimentos agrícolas pelos métodos Scott - Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, Ponta Grossa v.1, n.2, p.18-24, 2001.

CARDOSO, A. I. I. Produção e qualidade de sementes de abobrinha “Piramoita” em resposta à quantidade de pólen. **Bragantia**, Campinas. v.62, p 47- 52, 2003.

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

CASAROLI, D.; GARCIA, D. C.; MENEZES, N. L. de; MUNIZ, M. F. B.; BAHRY, C. A. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de abóbora. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v.13, n.2, p. 97-107, 2006.

DIAS, D. C. F. Maturação de sementes. **Revista Seed News**, Pelotas, v.5, n.6. 2001.

DIAS,D,C,F,S.; NASCIMENTO, W.M. Desenvolvimento, maturação e colheita de sementes de hortaliças. In: NASCIMENTO, W.M. (Ed). **Tecnologia de Sementes de Hortaliças**. Brasília: Embrapa - Hortaliças, 2009. Cap 1, p 11-74.

DUTRA, A.S.; MEDEIROS FILHO, S. Teste de deterioração controlada na determinação do vigor em sementes de algodão. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 1, p.19-23, 2008.

FERREIRA, M. A. J. F. Abóboras e morangas: das Américas para o mundo. In: BARBIERI, R. I.; STUMPF, E. R. T. (Ed.). **Origem e evolução de plantas cultivadas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 59-88.

FRANZIN, S.M.; MENEZES, N.L.; GARCIA, D.C.; ROVERSI, T. Avaliação do vigor de sementes de alface nuas e peletizadas. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.26, n.2, p.114-118, 2004.

GLOBIRSON, D. The quality of lettuce seed harvested at different times after anthesis. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.9, p.861-866, 1981.

GOULART, L. S.; TILLMANN, M. A. A. Vigor de sementes de rúcula (*Eruca sativa* L.) pelo teste de deterioração controlada. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 29, n 2, p.179-186, 2007.

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

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

HAMPTON, J.G.; TEKRONY, D.M. **Handbook of vigor test methods**. Zürich: ISTA, 1995. 117p.

HEIDEN, G.; BARBIERI, R. L.; NEITZKE, R. S. **Chave para identificação das espécies de abóboras (*Cucurbita*, Cucurbitaceae) cultivadas no Brasil**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. 31p. (Embrapa ClimaTemperado. Documentos, 197).

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. **International rules for seed testing**. Edition, 2011. Bassedsdorf, Switzerland: ISTA, 2011.

ISLA SEMENTES. **Um festival de abóboras**. Disponível em:<<http://www.isla.com.br>> Acesso em: 08 jul. 2005.

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

KIKUTI, A. L. P.; MARCOS FILHO, J. Potencial fisiológico de sementes de couve-flor e desempenho de plantas em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.29, n.1, p.107-113, 2007.

KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D. Deterioração controlada. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.6.1-6.8.

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

KRZYZANOWSKI, F.C.; WEST, S.H.; FRANÇA NETO, J.B. Teste de deterioração controlada para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.11, n.2, p.185, 2001.

LIRA-SAADE, R. L. **Estudios taxonômicos y ecogeográficos de lãs Cucurbitaceae latinoamericanas de importância económica**. Rome: IPGRI,1995. 281 p.

MACHADO, A. Programa de Análise Estatística – winstat 2, 2002. Disponível em: <http://www.ufpel.tche.br/~amachado/winstat/software>. Acesso em: 15/10/2010.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination- aid in selection and evaluation for seedling and vigour. **Crop Science**, Madison, v.2, n.1, p.176-177, 1962.

MALONE, P.F.V.A. **Interferência da poda de ramos primários e armazenamento sobre frutos e sementes de mogango (*Cucurbita pepo* L.)**. 2008. 55f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2008.

MALONE, P.F.V.A.; VILLELA, F.A.; MAUCH, C.R. Potencial fisiológico de sementes de mogango e desempenho das plantas no campo. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n 2, p.123-129, 2008.

MARCOS FILHO, J. Avaliação da qualidade de sementes de soja. In: CÂMARA, G.M.S. (Ed.). **Soja: tecnologia de produção**. Piracicaba: Ed. Publique, 1998. Cap 12, p.206-243.

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

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In:VIEIRA,R.D.(Ed.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. p.45-57.

MARCOS FILHO, J. Teste de vigor: dimensão e perspectivas. **Seed News**. Pelotas v.15, n.1, p.22-27, 2011.

MARCOS FILHO, J. Teste de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap.1, p.1-20.

MARCOS FILHO, J.; CARVALHO, R.V.; CICERO, S.M.; DEMETRIO, C.G.B. Qualidade fisiológica e comportamento de sementes de soja no armazenamento e no campo. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, v.43, p.389-443, 1986.

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

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

MARCOS FILHO, J.; NOVEMBRE, A.D.C.; CHAMMA, H.M.C.P. Teste de envelhecimento acelerado e de deterioração controlada para avaliação do vigor de sementes de soja. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.58, n.2, p.421-426, 2001.

MARCOS FILHO, J.; NOVEMBRE, A.D.L.C. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de hortaliças. In: NASCIMENTO, W.M. (Ed). **Tecnologia de Sementes de Hortaliças**. Brasília: Embrapa - Hortaliças, 2009. Cap 7, p 185-243.

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

MATTHEWS, S.; POWELL, A.A. Controlled deterioration test. In: PERRY, D.A. (Ed.) **Handbook of vigour test methods**. 2.ed. Zürich: ISTA, 1987. p.49-56.

MCDONALD JUNIOR, M.B.; PHANEENDRANATH. A modified accelerated aging seed vigor test for soybeans. **Journal of Seed Technology**, Lansing, v.3, p.27-37, 1978.

MCDONALD, M.B. A review and evaluation of seed vigor tests. **Proceedings of the Association of Official Seed Analysts**. v.65.p.109-139, 1975.

MEDEIROS, E. M. **Maturação fisiológica e adaptação do teste de envelhecimento acelerado para sementes de fumo**. 2008. 87f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2008.

MENDONÇA, E.A.F.; RAMOS, N.P.; FESSEL, S.A. Adequação da metodologia do teste de deterioração controlada em sementes de brócolis (*Brassica oleracea* L. – var. *italica*). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.25, n.1, p. 18-24, 2003.

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

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

NERY, M.C.; CARVALHO, M.L.M.; OLIVEIRA, L.M. Teste de tetrazólio para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de melancia. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.28, n.3, p. 365-372, 2007.

NUEZ, F; RUIZ, J.J.; VALCÁRCEL, J.V.; CÓRDOVA, P.F. **Colección de semillas de calabaza del centro de conservación y mejora de la agrodiversidad valenciana**. Madrid: INIA, 2000. 158 p. (INIA. Agrícola, 004).

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

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

PEDROSA, J. F.; OLIVEIRA, G. M.; NETO, F. B.; MONTEIRO, M. R. Influência da idade e armazenamento do fruto na produção e qualidade de sementes de *Cucurbita maxima x moschata*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.5, n.2, p. 15-17, 1987.

PERRY, D. A. Factors influencing the establishment of cereal crops. **Aspects of Applied Biology**, v.7, p.65-83, 1984.

PERRY, D.A. Report of the vigour test committee 1977-1980. **Seed Technology**, Zurich, v.9, n.1,p.115-126,1981.

POLLOCK, B. M.; ROOS, E.E. Seed and seedling vigor. In: KOZLOWSKI, T.T. (Ed). **Seed biology**. v.I. New York: Academic Press, 1972, p.313 -87.

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

POWELL, A.A. The controlled deterioration test. In: INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. **Seed vigour testing seminar**. Zurich: ISTA, 1995. p.73-87.

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

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

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

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

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

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

RAMOS, S. R. R; QUEIROZ, M. A. Recursos genéticos de abóbora no Nordeste brasileiro. In: MOURA, M. C. C. L. (Ed.) **Recursos genéticos de hortaliças: riquezas naturais**. São Luís: Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura, 2005. p. 99-116.

RODO, A.B.; MARCOS FILHO, J. Envelhecimento acelerado e deterioração controlada na determinação do potencial fisiológico de sementes de cebola. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.60, n.3, p.465-469, 2003.

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

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

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

ROSSETTO, C.A.V.; MARCOS FILHO, J. Comparação entre os métodos de envelhecimento acelerado e de deterioração controlada para avaliação da

qualidade fisiológica de sementes de soja. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.52, p.123-131, 1995.

SADER, R.; MENDONÇA, E.A.F.; RAMOS, N.P.; FESSEL, S.A. Teste de deterioração controlada em sementes de brócolis (*Brassica oleracea* L. var. *italica*). **Informativo ABRATES**, Curitiba, v.11, n.2, p.175, 2001.

SANTOS, C.M.R.; MENEZES, N.L.; VILLELA, F.A. Teste de deterioração controlada para avaliação do vigor de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, v.25, p.28-35, 2003.

SANTOS, V. J. dos. **Qualidade fisiológica de sementes de cenoura e abóboras classificadas por tamanho**. 2007. 62f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

SILVA, J.B.; VIEIRA, R.D. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de beterraba. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.28, n.3, p.128- 134, 2006.

SILVA, J.B.; VIEIRA, R.D. Deterioração controlada em sementes de beterraba. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 1, p.069-076, 2010.

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

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

TEKRONY, D.M. Accelerated aging test. **Journal of Seed Technology**, Lansing, v.17, p.110-120, 1993.

TOMES, L. J.; TEKRONY, D. M.; EGLY, D. B. Factors influencing the tray accelerated ageing test for soybean seed. **Journal of Seed Technology**, Lansing, v.12, n.1, p.23-35, 1988.

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

TORRES, S.B.; DANTAS, A.H.; PERREIRA, M.F.S.; BENEDITO, C.P.; SILVA, F.H.A. Deterioração controlada em sementes de coentro. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 34, n. 2 p. 319 - 326, 2012.

TORRES, S.B.; MARCOS FILHO, J. Accelerated aging of melon seeds. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 60, n.1, p. 109-112, 2003.

VÁSQUEZ, E.; MONTIEL, F.; VÁSQUEZ-RAMOS, J.M. DNA ligase activity in deteriorated maize axis during germination: a model relating effects in DNA metabolism in seeds to loss of germinability. **Seed Science Research**, Wallingford, v.1, n.2, p.269-273, 1991.

VERGER, P. **Fluxo e refluxo de tráfico entre o golfo de Benin e a Bahia de todos os Santos**: dos séculos XVII a XIX. São Paulo: Corrupio, 1987. 718 p.

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

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

ZUCARELI, C. **Teste de deterioração controlada para avaliação do vigor de sementes de milho (*Zea mays* L.)**. 2002. 111f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2002.

ZUCARELI, C.; CAVARIANI, C.; SBRUSSI, C.A.G.; NAKAGAWA, J. Teste de deterioração controlada na avaliação do vigor de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.33, n.4, p. 732-742, 2011.