

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes
Departamento de Fitotecnia



Tese

**Potencial fisiológico de sementes de abóbora moranga (*Cucurbita maxima*) e
caserta (*Cucurbita pepo*)**

Rita Hermínia Vaz de Souza Tamanini

Pelotas, 2009

Rita Hermínia Vaz de Souza Tamanini

**Potencial fisiológico de sementes de abóbora moranga (*Cucurbita maxima*) e
caserta (*Cucurbita pepo*)**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciência e Tecnologia de Sementes.

Orientador: Francisco do Amaral Villela

Pelotas, 2009

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

T153f Tamanini, Rita Herminia Vaz de Souza
 Potencial fisiológico de sementes de abóbora moranga (*Cucurbita maxima*) e caserta (*Cucurbita pepo*) / Rita Herminia Vaz de Souza Tamanini. – 50f. – Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Universidade Federal de Pelotas. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Pelotas, 2015. – Orientador Francisco Amaral Villela.

1.Sementes. 2.*Cucurbita maxima*. 3.Germinação em baixa temperatura. 4.*Cucurbita pepo*. 5.Testes de vigor, 6.Velocidade de germinação. 7.Abóbora moganga. 8. Abóbora caserta. I.Villela, Francisco Amaral. II.Título.

CDD: 583.63

Rita Hermínia Vaz de Souza Tamanini

**Potencial fisiológico de sementes de abóbora
moranga (*Cucurbita maxima*) e caserta (*Cucurbita pepo*)**

Tese aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Doutor em Ciência e Tecnologia de Sementes, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 30/12/2009

Banca examinadora:

Prof. Dr. Francisco Amaral Villela (Orientador)
Doutor em Agronomia pela Universidade Estadual de São Paulo

Prof. Dr. Orlando Antonio Lucca Filho
Doutor em Agronomia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Leopoldo Baudet Labbé
Doutor em Agronomia pela Iowa State University of Science and Technology (USA)

Prof. Dr. Manoel de Souza Maia
Doutor em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Beatriz Helena Gomes Rocha
Doutora em Fitotecnia pela Universidade Federal de Pelotas

Dedico este trabalho aos meus pais, Fernando e Elandi, e ao meu filho Francisco.

Agradecimentos

A Deus, por ser origem e fonte de tudo e me conceder tantas bênçãos.

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), pelo apoio financeiro.

Ao meu orientador Francisco Amaral Villela, que além do seu incontestável conhecimento e competência, encontra-se na categoria de seres humanos que, exercendo a difícil e sublime tarefa de ensinar, fazem a diferença na vida de seus alunos, também por sua sensibilidade e empatia.

Aos meus pais, por me proporcionarem tanto e transmitirem os reais valores da vida.

Ao meu filho Francisco, por ser um grande incentivo na busca da evolução e do aprimoramento e, principalmente, por dar mais vida à minha vida.

Aos colegas, pelo auxílio, convívio, troca de experiências e ótimos momentos juntos. Em especial, agradeço à colega e amiga Andreia da Silva Almeida, por sua ajuda na condução dos trabalhos e parceria em todos os momentos.

Obrigada.

“Bem-aventurado o homem que acha sabedoria, e o homem que adquire conhecimento, pois a sabedoria é mais proveitosa que a prata e rende mais do que o ouro”.

Provérbios – 3:13 e 3:14.

Resumo

TAMANINI, Rita Hermínia Vaz de Souza. **Potencial fisiológico de sementes de abóbora moranga (*Cucurbita maxima*) e caserta (*Cucurbita pepo*)**. 2009. 50f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2009.

Os testes de vigor em sementes possibilitam a obtenção de informações complementares às fornecidas pelo teste de germinação, propiciando o alcance de dados mais consistentes em diferentes condições de campo. Este trabalho objetivou estudar metodologias para testes de vigor para indicar aqueles com sensibilidade para a identificação de níveis de vigor entre os lotes de sementes de abóbora. Utilizaram-se as espécies *Cucurbita maxima* (Moranga) e *Cucurbita pepo* (Caserta), cada uma representada por quatro lotes, cuja qualidade inicial foi verificada através da determinação de umidade, massa de mil sementes e teste de germinação. O vigor das sementes foi avaliado através da primeira contagem de germinação, precocidade de emissão da raiz primária, velocidade, coeficiente de velocidade e tempo médio de germinação, índice de Timson, classificação do vigor de plântulas, germinação à baixa temperatura, emergência, velocidade e o tempo médio de emergência de plântulas, comprimento e massa de matéria seca de plântulas, envelhecimento acelerado e condutividade elétrica. O teste de precocidade de emissão da raiz primária, aos três e aos quatro dias, foi eficiente na separação dos lotes de *Cucurbita maxima* e de *Cucurbita pepo*; para *C. pepo* o teste de germinação em baixa temperatura classificou os lotes de forma similar ao teste de emergência da raiz primária. Para a espécie *C. maxima* não houve diferença no comprimento e na massa seca de plântulas dos diferentes lotes de sementes. Para a espécie *C. pepo*, as avaliações do comprimento de plântula, quando utilizada a metodologia proposta pela ISTA, proporcionaram adequada separação entre os lotes, o que também ocorreu no teste de condutividade elétrica para esta espécie. Para as sementes de ambas as espécies, os testes de germinação em baixa temperatura, protrusão de raiz primária aos 3 e 4 dias e classificação do vigor de plântulas apresentam eficiência na separação de lotes quanto ao potencial fisiológico.

Palavras-chave: *Cucurbita maxima*, *Cucurbita pepo*, testes de vigor, fisiológicos, teste de germinação em baixa temperatura.

Abstract

TAMANINI, Rita Hermínia Vaz de Souza. **Physiological potential of pumpkin seeds (*Cucurbita maxima* and *Cucurbita pepo*)**. 2009. 50f. Thesis (Doctorate in Science and Seed Technology) - Graduate Program in Science and Agronomy Faculty of Seed Technology Eliseu Maciel, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2009.

Seed vigor tests allow to obtain additional information provided by the germination test, to obtain more consistent data over different field conditions. This study aimed to evaluate procedures and methodologies for testing seed vigor and to indicate those with sensitivity for identifying levels of vigor among lots of pumpkin seeds. The species *Cucurbita maxima* (Moranga) and *Cucurbita pepo* (Caserta) were used represented by four lots. Initial quality was verified by seed moisture content, mass of 1000 seeds and germination test. The vigor of the seeds was assessed using the first count of germination test, precocity of primary root emission, speed, speed ratio and mean germination time, Timson index, vigor classification, cool germination, seedling emergence, and the average speed of emergency, length and dry weight of seedlings, accelerated aging and electrical conductivity. In the precocity of primary root emission test, three and four days, were efficient to separate lots of *Cucurbita maxima* and *Cucurbita pepo*. For *C. pepo*, the cool germination rated lots similarly to emergency primary root test. For *C. maxima*, there was no difference in the length and seedling dry weight of different seed lots. For *C. pepo* the evaluations of seedling length when using the methodology proposed by ISTA provided appropriate separation among seed lots, this occurred also in electrical conductivity for this species. For the Pumpkin and Caserta seeds, the germination tests at low temperature, primary root protrusion at 3 and 4 days and seedling vigor classification were efficient in separating of lots based on the physiological potential.

Key-words: *Cucurbita maxima*, *Cucurbita pepo*, vigour, tests, physiological tests, seedling germination test at low temperature.

Lista de Tabelas

Tabela 1. Dados médios relativos à massa de mil sementes (MMS) e à umidade (%) de sementes de abóbora, espécies **Moranga** (*Cucurbita maxima*) e **Caserta** (*Cucurbita pepo*).....22

Tabela 2. Potencial fisiológico de sementes de abóbora **Moranga** (*Cucurbita maxima*), avaliada mediante teste de germinação (G), primeira contagem (P_C), precocidade de emissão da raiz primária aos 2, 3 e 4 dias (PE_{RP} 2d, 3d e 4d), classificação do vigor de plântulas (CV_P), germinação a baixa temperatura (G_{BT}), emergência de plântulas em campo (E_{PC}), e massa de matéria seca de plântulas (M_{MSP})23

Tabela 3. Potencial fisiológico de sementes de abóbora **Caserta** (*Cucurbita pepo*), avaliada mediante teste de germinação (G), primeira contagem (PC), precocidade de emissão da raiz primária aos 2, 3 e 4 dias (PE_{RP} 2d, 3d e 4d), classificação do vigor de plântulas (CV_P), germinação a baixa temperatura (G_{BT}), emergência de plântulas +em campo (E_C), e massa de matéria seca de plântulas(MMS)25

Tabela 4. Velocidade de Germinação de sementes de abóbora, tipo **Moranga**, avaliada mediante Índice de Velocidade de Germinação (IVG), Índice de Velocidade de Germinação corrigido (IVG_C), Índice de Velocidade de Germinação corrigido 2 (IVG_{C2}), Velocidade de Germinação de Kotowski (KWK), Velocidade de Germinação de Kotowski corrigido (KWK_C), Tempo Médio de Germinação (TM), Tempo Médio de Germinação corrigido (TM_C), Índice de Timson (Tim) e Índice de Timson Modificado (Tim_{Mod})27

Tabela 5. Velocidade de Germinação de sementes de abóbora, tipo **Caserta**, avaliada mediante Índice de Velocidade de Germinação (IVG), Índice de Velocidade de Germinação corrigido (IVG_C), Índice de Velocidade de Germinação corrigido 2 (IVG_{C2}), Velocidade de Germinação de Kotowski (KWK), Velocidade de Germinação de Kotowski corrigido (KWK_C), Tempo Médio de Germinação (TM), Tempo Médio de Germinação corrigido (TM_C), Índice de Timson (Tim) e Índice de Timson Modificado (Tim_{Mod})28

Tabela 6. Dados médios referentes à massa da matéria seca (M_{MS}), ao grau de umidade inicial (U), germinação inicial (G), germinação e umidade antes e após o teste de envelhecimento acelerado (41°C/ 48h) de oito lotes de sementes de abóbora, espécies Moranga (*Cucurbita maxima*) e Caserta (*Cucurbita pepo*).....37

Tabela 7. Emergência em campo (E_C) e índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento de plântula (P_A = parte aérea; R_P = raiz primária; C_T = total) e massa de matéria seca de plântulas (MMS), obtidas de sementes de abóbora Moranga (*Cucurbita maxima*) e de abóbora Caserta (*Cucurbita pepo*), determinados pelas metodologias preconizadas pela AOSA e pela ISTA.40

Tabela 8. Condutividade elétrica – CE ($\mu S\ cm^{-1}\ g^{-1}$) de sementes de abóbora Moranga (*Cucurbita maxima*) e abóbora Caserta (*Cucurbita pepo*), utilizando-se 25 e 50 sementes e 75 mL de água, após 18 e 24 horas de embebição.....42

Sumário

Introdução.....	11
Artigo 1.....	15
Resumo	15
Abstract.....	15
Introdução.....	16
Material e métodos.....	17
Resultados e Discussão	21
Conclusões	28
Referências	28
Artigo 2.....	31
Resumo	31
Abstract.....	31
Introdução.....	31
Material e métodos.....	32
Resultados e discussão.....	36
Conclusões	43
Referências	43
Considerações finais	46
Referências	48

Introdução

Em se tratando de sementes, aqueles que as produzem com todos os cuidados necessários em um programa de controle de qualidade e fazendo uso de modernas tecnologias buscam demonstrar a alta qualidade do seu produto. Todavia, quem as adquire, necessita confirmar a presença das características que agregam valor às sementes.

A partir da necessidade de quantificar a qualidade das sementes, tanto para uso próprio quanto para comercialização, foram desenvolvidos testes que avaliassem de forma segura os atributos que a compõem. No comércio internacional de sementes, os testes devem ser conduzidos conforme as metodologias estabelecidas por organizações internacionais, como a *International Seed Testing Association* (ISTA) e a *Association of Official Seed Analysts* (AOSA). No Brasil, tanto para fins de fiscalização quanto de comercialização, a avaliação do potencial fisiológico de sementes é feita através do teste padrão de germinação, realizado rotineiramente pelos laboratórios de análises de sementes, cuja metodologia, para cada espécie, segue as indicações contidas nas Regras para Análise de Sementes – RAS (BRASIL, 1992).

O teste de germinação, conforme descrito nas RAS, visa comparar diferentes lotes e obter informações que permitam determinar o valor das sementes para semeadura em campo. Sem dúvida, é de grande importância a contribuição que o desenvolvimento da sua metodologia trouxe para o setor de produção de sementes. No entanto, embora os testes de germinação sejam padronizados entre laboratórios e forneçam informações sobre o potencial de uma amostra de produzir plântulas normais, como a metodologia prevê condições ideais para a germinação das sementes, seu resultado nem sempre vai ser reproduzido no campo, onde as

condições ambientais podem ser menos favoráveis (VIEIRA *et al.*, 1994; KRZYZANOWSKI *et al.*, 1999).

Na realidade, a máxima qualidade em sementes dificilmente é alcançada, daí terem sido estabelecidos padrões mínimos que pudessem orientar todo o sistema de produção. Segundo Marcos Filho e Novembre (2009), a indústria de sementes deve se comprometer com a produção de sementes cuja qualidade supera os padrões estabelecidos pois, para o setor, o objetivo sempre deve ser o de comercializar a “melhor semente”. Estes padrões, portanto, não são uma meta a ser alcançada, mas sim níveis mínimos aceitáveis para a comercialização das sementes (LAGO *et al.*, 2004), os quais, no que se refere à qualidade fisiológica das sementes, ainda são baseados no potencial germinativo.

A avaliação da qualidade das sementes deve permitir identificar lotes capazes de estabelecerem estande adequado em campo e proporcionarem o retorno esperado, o que não é assegurado pelo teste padrão de germinação das sementes. Para tanto, foram desenvolvidos testes que avaliassem o potencial que determinadas sementes possuem de apresentarem um adequado desempenho mesmo sob situações adversas, denominados testes de vigor (MARCOS FILHO, 2005). Pode-se inferir, portanto, que o termo “qualidade de sementes” está mais relacionado ao que se conceitua como vigor de sementes do que com a germinação. No entanto, o teste de germinação ainda é o balizador da comercialização de sementes, nacional e internacionalmente, devido, principalmente, à dificuldade de padronização dos procedimentos dos testes de vigor, bem como à falta de valores de referência (KRZYZANOWSKI *et al.*, 1999).

Houve grandes avanços, no entanto, poucos são os testes que possuem metodologia padronizada, em razão do vigor ser resultante de uma gama de características das sementes – espécie, cultivar, idade – e do ambiente, de produção e de armazenamento.

De uma forma geral, embora haja grande número de artigos publicados sobre testes de vigor em sementes, ainda há muitas incertezas. Não são poucos os trabalhos que indicam apenas que determinada metodologia é promissora, e sugerem a continuidade do estudo, o que nem sempre ocorre. Neste sentido, em amplo trabalho sobre vigor de sementes, Hampton e Coolbear (1990) já discutiam a necessidade de repensar as pesquisas a respeito de testes de vigor de sementes, buscando dar mais ênfase às variáveis e suposições envolvidas em cada teste.

O progresso em todas as áreas, embora seja impulsionado por novas ideias e tecnologias, depende grandemente de uma melhor compreensão do que já se conhece, ressalta Delouche (2002). Ele afirma ainda que, ao reexaminarem-se antigos conceitos, tecnologias e problemas, é possível obter novos e mais esclarecedores entendimentos sobre o assunto.

Em relação aos testes de vigor, parece essencial a união de esforços para direcionar melhor a pesquisa científica, de forma a aumentar sua aplicabilidade. Nesse sentido, Marcos Filho (2005) destaca a necessidade de sincronização das pesquisas com sementes, de forma a tornar seus resultados mais consistentes. Também salienta que, embora os testes de vigor já tenham se tornado ferramenta de rotina na avaliação da qualidade de sementes de grandes culturas, há muito a evoluir no tocante às análises de vigor de sementes de hortaliças.

A uniformidade e a rapidez na emergência de plântulas são fundamentais para as hortaliças, uma vez que seu cultivo geralmente é realizado de maneira intensiva, suas sementes possuem custo relativamente elevado, bem como a mão-de-obra exigida durante a condução das culturas (GLOBIRSON, 1981; NASCIMENTO, 2000).

E o valor comercial de sementes de hortaliças vem crescendo, o que valoriza ainda mais os esforços para o desenvolvimento de novos testes, bem como o aprimoramento dos já existentes, de forma a acompanhar as alterações na qualidade das sementes durante todo o processo produtivo (McDONALD, 1998; MARCOS FILHO, 1999). Assim, sendo o emprego de sementes de elevada qualidade primordial para o sucesso do investimento, assume a avaliação do potencial fisiológico, através de testes laboratoriais, papel preponderante nesse cenário.

Para avaliação do vigor de sementes são empregados testes fisiológicos, bioquímicos e de resistência (MARCOS FILHO, 1999). Os testes baseados no desempenho de plântulas, conduzidos sob condições controladas e laboratório, apresentam custo relativamente baixo, não necessitam equipamentos especiais para sua condução e não demandam treinamento adicional específico de pessoal (AOSA, 2002). Eles compreendem os testes de velocidade de germinação, primeira contagem da germinação, crescimento de plântula e classificação do vigor de plântula.

Dentre as hortaliças, uma espécie tradicional na dieta alimentar brasileira é a abóbora e, entre as muitas variedades existentes, a que tem maior expressão de cultivo no Brasil, liderando a preferência do mercado consumidor, é a abóbora “japonesa” Tetsukabuto, híbrido específico entre *Cucurbita maxima* e *C. moschata*. Além de mais precoce e mais produtiva, apresenta uniformidade e possui melhores qualidades organolépticas e culinárias em relação às cultivares locais de polinização aberta (NASCIMENTO *et al.*, 1994; TAVARES, 1999).

O volume importado de sementes de hortaliças, principalmente do Japão, ainda é grande; por isso, é premente que o país invista em linhas de pesquisa que priorizem o desenvolvimento de tecnologias próprias para a produção de sementes. Nesse aspecto, encontrar soluções para problemas que dificultam a obtenção de sementes de elevada qualidade fisiológica é fundamental para colocar a produção nacional em condições de competitividade com as sementes importadas (COSTA *et al.*, 2006).

O objetivo deste trabalho foi estudar metodologias para testes de vigor em sementes de abóbora, indicando aqueles com sensibilidade para identificar diferenças de níveis de vigor entre os lotes. Busca-se, assim, também tornar sua utilização mais produtiva em relação ao destino das sementes, servindo de embasamento tanto para emprego em rotina de Laboratório de Análises de Sementes (LAS), como para a condução de trabalhos científicos nessa área de estudo.

Artigo 1

Metodologias baseadas no desempenho de plântulas para avaliação do vigor em sementes de abóbora

Resumo

Os testes de vigor em sementes possibilitam a obtenção de informações complementares às fornecidas pelo teste de germinação, possibilitando a obtenção de dados mais consistentes em diferentes condições de campo. Este trabalho objetivou estudar metodologias para testes de vigor para indicar aqueles com sensibilidade para a identificação de níveis de vigor entre os lotes de sementes de abóbora. Utilizaram-se duas espécies (*Cucurbita maxima* e *Cucurbita pepo*), cada uma representada por quatro lotes, cuja qualidade inicial foi avaliada empregando o testes de germinação, primeira contagem de germinação, precocidade de emissão da raiz primária, velocidade, coeficiente de velocidade e tempo médio de germinação, índice de Timson, classificação do vigor de plântulas, emergência, velocidade e o tempo médio de emergência de plântulas. No teste de precocidade de emissão da raiz primária, aos dois dias, não houve diferença entre os lotes, para *Cucurbita maxima*, e para a *Cucurbita pepo* separou adequadamente os lotes, enquanto o teste de germinação em baixa temperatura classificou os lotes de forma similar ao teste de emergência da raiz primária. Para as sementes de abóbora Moranga e Caserta, os testes de germinação em baixa temperatura, protrusão de raiz primária aos 3 e 4 dias e classificação do vigor de plântulas apresentam eficiência na separação de lotes quanto ao potencial fisiológico.

Termos para indexação: *Cucurbita maxima*, *Cucurbita pepo*, testes fisiológicos, teste de germinação em baixa temperatura.

Methodologies based on seedling performance for evaluation of vigor in pumpkin seeds

Abstract

Seed vigor tests allow to obtain additional information provided by the germination test, to obtain more consistent data over different field conditions. This study aimed to evaluate procedures and methodologies for testing seed vigor and to indicate those with sensitivity for identifying levels of vigor among lots of pumpkin seeds. Were used two species (*Cucurbita maxima* and *Cucurbita pepo*) represented by four lots, whose initial quality was verified by germination test and first count, precocity of primary root emission, speed, speed ratio and mean germination time, Timson index, vigor classification, seedling emergence, and the average speed of emergency. In the precocity of primary root emission test, two days, there was no difference between lots, to *Cucurbita maxima*, and *Cucurbita pepo* adequately separated lots, while the germination test at low temperature rated lots similarly to emergency primary root test. For the Pumpkin and Caserta seeds, the germination tests at low temperature, primary root protrusion at 3 and 4 days and seedling vigor classification were efficient in separating of lots based on physiological potential.

Index terms: *Cucurbita maxima*, *Cucurbita pepo*, physiological tests, seedling germination test at low temperature.

Introdução

O volume importado de sementes de hortaliças, principalmente do Japão ainda é elevado, sendo premente o investimento em linhas de pesquisa prioritárias ao desenvolvimento de tecnologias próprias para a produção e análise do potencial fisiológico de sementes. Nesse aspecto, uma alternativa para problemas que dificultam a obtenção de sementes de elevada qualidade fisiológica é fundamental para colocar a produção nacional em condições de competitividade com as sementes importadas (COSTA *et al.*, 2006).

O cultivo de hortaliças, de modo geral, é efetuado de maneira intensiva e o seu estabelecimento deve ser realizado com a utilização de sementes que apresentem germinação rápida e uniforme. Neste sentido, o emprego de sementes de elevada qualidade é primordial (PESKE *et al.*, 2003).

A avaliação do potencial fisiológico das sementes deve permitir identificar lotes capazes de estabelecerem padrões adequados em campo e proporcionarem o retorno esperado (MARCOS FILHO, 2005), o que não é assegurado pela germinabilidade das sementes. Para isso, foram desenvolvidos testes que avaliam o potencial que determinados lotes de sementes possuem de apresentarem adequado desempenho mesmo sob situações adversas, denominados testes de vigor. Pode-se inferir, portanto, que o termo qualidade de sementes está mais relacionado ao que se conceitua como vigor de sementes comparativamente à germinação (PESKE *et al.*, 2003).

Em se tratando de testes de vigor, é essencial a união de esforços para direcionar melhor a pesquisa científica, de forma a aumentar sua aplicabilidade. Nesse sentido, Marcos Filho (2005) destaca a necessidade de sincronização das pesquisas com sementes, de forma a tornar seus resultados mais consistentes. Também salienta que, embora os testes de vigor já tenham se tornado ferramenta de rotina na avaliação da qualidade de sementes de grandes culturas, há muito a evoluir no tocante às análises de vigor de sementes de hortaliças.

O vigor representa o nível de energia que uma semente dispõe para realizar com rapidez e uniformidade a germinação, bem como, estabelecer uma plântula sob ampla diversidade de condições ambientais. Para avaliação do vigor de sementes são empregados testes fisiológicos, bioquímicos e de resistência a estresses (MARCOS FILHO, 2005). Os testes baseados no desempenho de plântulas,

conduzidos geralmente em condições controladas de laboratório, apresentam custo relativamente baixo, não necessitam equipamentos especiais para condução e não demandam treinamento adicional específico de pessoal. Compreendem os testes de velocidade de germinação, primeira contagem da germinação, crescimento de plântula e classificação de vigor da plântula (PESKE *et al.*, 2003).

Os testes de vigor no controle de qualidade de sementes permitem a obtenção de informações complementares às obtidas no teste de germinação, fornecendo resultados com mais consistentes sob diferentes condições de campo. O teste de primeira contagem de germinação, embora apresente sensibilidade limitada, vem sendo recomendado para a avaliação do vigor de sementes de abóbora (CASAROLI *et al.*, 2006) e de melancia (BHERING *et al.*, 2003). Espécies distintas podem apresentar respostas diferenciais no desempenho germinativo e de crescimento inicial de plântulas sob condições distintas de meio. É possível que diferentes espécies de um mesmo gênero botânico apresentem resultados diversos em testes de vigor, podendo ser variáveis entre lotes de diferentes espécies, ou mesmo dentro de lotes de uma mesma espécie.

Neste contexto, este trabalho objetivou estudar metodologias para testes de vigor de sementes de abóbora para indicar aqueles com sensibilidade para identificar diferenças de níveis de vigor entre os lotes.

Material e métodos

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Fitotecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, da Universidade Federal de Pelotas, em Pelotas – RS.

Foram utilizados oito lotes de sementes de abóbora, sendo quatro de abóbora Moranga (*Cucurbita maxima*) e quatro de abóbora Caserta (*Cucurbita pepo*). As sementes foram adquiridas junto às empresas Hortec Sementes Ltda. e ISLA Sementes, não submetidas a tratamento químico. Durante o período experimental, os lotes permaneceram armazenados em câmara seca entre 18 e 20 °C e umidade relativa do ar de 40-45%, em embalagens de polipropileno trançado.

Na primeira etapa os lotes foram submetidos a testes para avaliação da qualidade física e fisiológica das sementes, de forma a promover caracterização e possível classificação prévia. Para tanto, foram realizados os seguintes testes:

Determinação do teor de água: conduzido pelo método de estufa à temperatura de 105 ± 3 °C, durante 24 h (BRASIL, 1992), com duas repetições de 5,0 g de sementes cada. Os resultados foram expressos em porcentagem (em base úmida) para cada lote.

Massa de mil sementes: foram contadas, manualmente, oito subamostras de cem sementes de cada lote, as quais foram pesadas e submetidas à análise de variância. Os dados foram expressos em gramas (BRASIL, 1992).

Teste de germinação: foram utilizadas quatro subamostras de 50 sementes por lote, distribuídas em rolos de papel para germinação, previamente umedecido com água destilada, na quantidade de 2,5 vezes a massa do substrato seco para os lotes da espécie Moranga, e de 2,0 vezes o peso do substrato seco para a espécie Caserta (em função das diferenças de tamanho e peso das sementes entre as espécies, e conforme ensaios prévios), e colocadas para germinar a 25°C. As avaliações foram realizadas aos quatro e oito dias após a semeadura (BRASIL, 1992). Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

Primeira contagem da germinação: os dados foram obtidos a partir da primeira contagem do teste de germinação, realizada aos quatro dias após a semeadura. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 1992).

Velocidade de germinação: conduzido conjuntamente com o teste de germinação, a partir da contagem diária do número de sementes germinadas. Para isso, foram consideradas germinadas as sementes que apresentavam raiz primária de comprimento maior ou igual a 5 mm.

Em função da contaminação por microorganismos (fungos e bactérias), observada preliminarmente no teste de germinação, e comprovada a partir de teste de sanidade, para as avaliações posteriores, foi realizada descontaminação prévia, com solução de hipoclorito de sódio a 1% durante 10 minutos e lavadas em água corrente por três minutos (PESKE *et al.*, 2003).

Na segunda etapa, os lotes das duas espécies foram submetidos aos seguintes testes:

Teste de germinação: conduzido conforme descrito anteriormente, diferenciando-se daquele apenas pela desinfestação prévia das sementes com hipoclorito de sódio.

Primeira contagem da germinação: realizada conjuntamente com o teste de germinação, contabilizando-se as plântulas normais presentes no quarto dia após a sementeira (BRASIL, 1992).

Precocidade de emissão da raiz primária: realizada contabilizando-se o número de sementes que emitiram raiz primária (comprimento ≥ 5 mm) a 48, 72 e 96 h após a sementeira.

Velocidade de germinação: calculada por meio das distintas fórmulas apresentadas por Maguire (1962) e Santana e Ranal (2004).

a) *Índice de velocidade de germinação (IVG)*, proposto por Maguire (1962) e descrito por Santana e Ranal (2004).

IVG = $G_1/N_1 + G_2/N_2 + \dots G_n / N_n$. Sendo : G_n – número de sementes germinadas no n-ésimo dia; N – número de dias após a sementeira

IVG_c – índice de velocidade de germinação corrigido pelo número total de sementes germinadas (**G_g**).

$$\text{IVG}_c = \text{IVG} / G_g \text{ e, assim: } \text{IVG}_c = (G_1/N_1 + G_2/N_2 + \dots G_n / N_n) / G_g$$

IVG_{c2} – índice de velocidade de germinação corrigido pelo número de sementes submetidas ao teste (**G_t**)

$$\text{IVG}_{c2} = \text{IVG} / G_t \text{ e assim } \text{IVG}_{c2} = (G_1/N_1 + G_2/N_2 + \dots G_n / N_n) / G_t$$

b) *Coeficiente de velocidade de germinação (C_{VG})*, proposto por Kotowski (1926) e descrito por Santana e Ranal (2004), que determina a variabilidade do tempo de germinação de cada semente em torno do tempo médio de germinação da amostra.

$$\text{CVG} = [\sum f_i / \sum f_i . x_i] \cdot 100,$$

Sendo: f_i = número de sementes germinadas no i-ésimo dia; x_i = número de dias decorridos da sementeira até o dia da leitura (i).

KWK_c – Índice proposto por Kotowski(1926), corrigido pelo número total de sementes germinadas (**G_g**), conforme Santana e Ranal(2004).

$$\text{KWK}_c = \text{CVG} / G_g \text{ e, assim: } \text{KWK}_c = [(\sum f_i / \sum f_i . x_i) \cdot 100] / G_g$$

c) *Tempo médio de germinação*

T = $\sum n_i \cdot t_i / \sum n_i$, Sendo : n_i – número de sementes germinadas no i-ésimo dia; **t_i** = número de dias decorridos da sementeira até o dia da leitura (i).

TM_c– tempo médio corrigido pelo número total de sementes germinadas (**G_g**), por meio das equações: **TM_c** = **TM** / **G_g**, e assim, **TMc** = ($\sum ni \cdot ti / \sum ni$) / **G_g**

d) *Índice de Timson ou somatório de 10*, que considera o fato da maioria das sementes de espécies cultivadas germinar no período máximo de 10 dias (SANTANA e RANAL, 2004).

$$\text{TIM} = \sum gi (t - j), \text{ Sendo : } j = i - 1$$

gi= porcentagem de germinação acumulada no intervalo de tempo **i**;

t= número total de intervalos de tempo do experimento;

i = intervalo de tempo entre as observações.

TIM_c – indica o índice corrigido pelo número total de sementes germinadas (**G_g**), conforme Santana e Ranal (2004).

$$\text{TIM}_c = \text{TIM} / G_g \text{ e, assim: } \text{TIMc} = [\sum gi (t - j)] G_g$$

e) *Classificação do vigor de plântulas (C_{VP})*:conduzido conjuntamente com o teste de germinação, leva em consideração a classificação dada às plântulas, conforme descrito por Nakagawa (1999). Neste caso, na primeira contagem do teste são contabilizadas apenas as plântulas consideradas normais fortes. Na contagem final, são contadas as plântulas normais fortes, as normais fracas, as anormais e as sementes mortas. O resultado é expresso em porcentagem de plântulas normais fortes.

f) Germinação a baixa temperatura: o teste foi conduzido com quatro subamostras de 50 sementes, sendo a semeadura efetuado como no teste de germinação, a 18 °C constante, com avaliação aos oito dias após a semeadura (DIAS e ALVARENGA, 1999).

g) *Massa seca total de plântulas*:obtidas a partir da massa de quatro subamostras de 10 plântulas, ao final do teste de germinação e de emergência em casa de vegetação aos 21 dias. As plântulas foram acondicionadas em envelopes de papel pardo e submetidas à secagem em estufa de ventilação forçada a 70 °C até massa constante, por 72 h. Os resultados foram expressos em miligramas por plântula.

h) *Emergência de plântulas em campo* (E_c): conduzida a campo em solo do tipo planossolo utilizando oito repetições de 50 sementes por lote, distribuídas em linhas de semeadura a 3,0 cm de profundidade, com espaçamento de 10 cm entre sementes na mesma linha e de 30 cm entre linhas. A avaliação foi realizada no 14º dia após a semeadura e os resultados expressos em porcentagem de emergência de plântulas por lote.

i) *Velocidade de emergência* (V_E): calculada a partir da contagem diária do número de plântulas emergidas no ensaio de emergência de plântulas em campo, por meio da utilização das distintas fórmulas apresentadas anteriormente para velocidade de germinação.

j) *Tempo médio de emergência*: calculado por meio de diferentes fórmulas apresentadas para tempo médio de germinação.

Os dados foram submetidos separadamente à análise de variância para cada teste e espécie de abóbora, em delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições, sendo a comparação entre as médias dos lotes efetuada pelo teste de Tukey, em nível de probabilidade de 5%.

Resultados e Discussão

As sementes de Moranga apresentaram maior massa comparativamente às de Caserta (Tabela 1), com exceção do lote 4 de ambas as espécies, o que é resultado em parte, do seu maior tamanho. Cabe salientar que, embora ambas as espécies possuam o mesmo nome comum e genérico, “abóboras”, são espécies diferentes do gênero *Cucurbita* (*C. maxima* e *C. pepo*). Essa diferença constitui uma limitação na tentativa de padronização de testes de vigor (PESKE *et al.*, 2003).

Em relação ao teor de água inicial, foi variável de 6,1 a 6,3% na Moranga e de 6,6 a 7,1% na Caserta. Estes valores de umidade são comumente obtidos em sementes de hortaliças e adequados para conservação, por possibilitarem a manutenção de reduzida taxa respiratória e metabólica (FERREIRA e BORGHETTI, 2004; PESKE *et al.*, 2003). Todavia, embora possam ser considerados baixos para a condução de alguns testes de vigor, o fato de haver diferenças inferiores a um ponto percentual (pp) entre os diferentes lotes da mesma espécie (0,2pp na Moranga e

0,5pp na Caserta) permite comparação no desempenho dos lotes nos distintos testes aplicados às sementes. Se as diferenças de teor de água superam um a dois pontos percentuais, sementes com maior teor de água podem ser favorecidas por iniciarem o processo de desdobramento e translocação de reservas e consequentemente, podendo apresentar maior velocidade de germinação.

Tabela 1. Dados médios relativos à massa de mil sementes (MMS) e à umidade (%) de sementes de abóbora, espécies **Moranga** (*Cucurbita maxima*) e **Caserta** (*Cucurbita pepo*)

Espécies	Lote	M_{MS} (g)	Umidade (%)
Moranga (<i>Cucurbita maxima</i>)	1	221,4	6,2
	2	228,1	6,1
	3	202,6	6,3
	4	189,2	6,2
Caserta (<i>Cucurbita pepo</i>)	1	125,7	7,0
	2	101,3	7,1
	3	90,4	6,6
	4	189,4	6,9

Na avaliação inicial da qualidade fisiológica dos lotes de sementes de Moranga (Tabela 2), observou-se que todos os lotes foram incluídos no padrão mínimo de germinação exigido para a comercialização das sementes, que é de 80% (PESKE *et al.*, 2003). O lote 3 apresentou desempenho inferior ao demais, com germinação de 86% e os demais ultrapassaram 90%. Como regra geral, só é justificável a avaliação do vigor em lotes de sementes que apresentem germinação compatível com sua comercialização. Entretanto, como a filosofia que rege o teste de germinação é a de otimização e padronização das condições do teste, com temperatura, disponibilidade de oxigênio e água consideradas adequadas para a espécie analisada, mesmo sementes consideradas “fracas” podem germinar e originar plântulas normais (TILLMANN *et al.*, 2003).

Tabela 2. Potencial fisiológico de sementes de abóbora **Moranga** (*Cucurbita maxima*), avaliada mediante teste de germinação (G), primeira contagem (P_C), precocidade de emissão da raiz primária aos 2, 3 e 4 dias (PE_{RP} 2d, 3d e 4d), classificação do vigor de plântulas (CV_P), germinação a baixa temperatura (G_{BT}), emergência de plântulas em campo (E_{PC}), e massa de matéria seca de plântulas (M_{MSP})

Lote	G (%)	P _C (%)	PE _{RP} (2d) (%)	PE _{RP} (3d) (%)	PE _{RP} (4d) (%)	CV _P (%)	GB _T (%)	EP _C (%)	MM _{SP} (g planta ⁻¹)
1	98 a	88 b	76 a	94 a	96 a	95 a	95 a	96 a	1,8 b
2	99 a	96 a	81 a	93 ab	96 a	97 a	96 a	93 a	2,1 a
3	86 b	81 c	73 a	78 c	81 c	80 b	77 c	80 b	1,9 ab
4	93 a	91 ab	75 a	87 b	90 b	89 a	87 b	93 a	1,7 b
CV(%)	2,46	2,69	7,06	3,19	2,00	3,50	3,49	4,23	6,32

*Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O teste de primeira contagem de germinação possibilitou a melhor distinção entre os lotes, sendo o lote 3 de qualidade inferior e, entre os demais, os lotes 2 e 4 foram superiores e o lote 1 intermediário. Este teste é baseado no princípio de que as amostras de sementes que apresentam maior porcentagem de plântulas normais nesta primeira avaliação germinam mais rapidamente que as demais, sendo, portanto, uma análise indireta da velocidade de germinação das sementes (CARVALHO e NAKAGAWA, 1988). Além disso, este teste pode representar melhor as diferenças de velocidade de germinação entre lotes comparativamente aos índices de velocidade de germinação.

No teste de precocidade de emissão da raiz primária, aos dois dias, os lotes foram similares. Aos três dias, foi possível separá-los em três níveis, mais evidentes na avaliação realizada aos quatro dias após a semeadura, sendo o coeficiente de variação inclusive inferior aos demais, demonstrando a uniformidade dos dados obtidos. Os lotes 1 e 2 foram superiores, o lote 4 intermediário e o lote 3 inferior.

Esse efeito da variabilidade dos dados originais sobre a diferenciação dos lotes pode ser observada pela análise dos resultados do teste de classificação do vigor de plântulas, os quais foram, numericamente, semelhantes aos da precocidade de emissão da raiz primária aos quatro dias, o que se explica pelo fato de terem sido realizados no mesmo dia. Entretanto, o lote 4 neste teste atingiu desempenho semelhante aos lotes 1 e 2, de maneira similar ao verificado no teste de germinação.

Essa ocorrência demonstra a importância de uma análise cuidadosa dos resultados, e da escolha do procedimento estatístico mais adequado. Em estudo

acerca de testes de vigor em sementes de milho, Martins e Silva (2005), concluíram que, nas condições em que o ensaio foi realizado, a classificação absoluta superou a classificação estatística tanto na tarefa de ordenar qualitativamente os lotes, quanto na de relacionar os resultados provenientes dos testes de laboratório com aqueles obtidos em condições de campo.

Da mesma forma que os testes de PE_{RP} (4d) e de C_{VP} , em valores relativos, o teste de germinação a baixa temperatura (G_{BT}) classificou os lotes 1 e 2 como de superior qualidade, o lote 4 de qualidade intermediária, e o lote 3 como o de desempenho inferior na espécie Moranga (Tabela 2). Este teste tem a vantagem da simplicidade de condução, uma vez que se utiliza a mesma metodologia do teste de germinação, apenas alterando a temperatura da câmara de germinação. Em estudo sobre vigor em sementes de pepino, a germinação em baixa temperatura não foi eficiente para detectar diferenças entre os lotes de sementes avaliados (ABDO *et al.*, 2005); no entanto, foi considerado um teste promissor para a estratificação de lotes de sementes de abóbora (CASAROLI *et al.*, 2006), conforme evidenciado neste trabalho.

No teste de emergência de plântulas em campo, os lotes foram estratificados da mesma forma que no teste de germinação (Tabela 2) apresentando o lote 3 desempenho inferior ao demais. Isto em princípio, deve-se ao fato de que a emergência em campo ter sido conduzida na época recomendada para a espécie, pois em condições de campo favoráveis, verifica-se acentuada associação entre os resultados do teste de germinação e a emergência de plântulas em campo (VIEIRA *et al.*, 1994). Em relação a massa de matéria seca das plantas oriundas da emergência em campo, todos os valores foram muito próximos, sendo que o lote 2 superou os lotes 1 e 4, e o lote 3 apresentou desempenho intermediário, divergindo dos resultados obtidos nos demais testes. Em ensaio com sementes de melancia, Nery *et al.* (2007) observaram que a avaliação da massa seca da parte aérea das plântulas não indicou diferenças entre as amostras testadas.

Na espécie Caserta, conforme Tabela 3, constatou-se que todos os lotes alcançaram o padrão mínimo de germinação exigido para a comercialização das sementes, variando a germinação de 86% (lote 2) a 96% (lote 3) entre o lote de menor e maior qualidade, e colocando os lotes 1 e 4 em posição intermediária.

Tabela 3. Potencial fisiológico de sementes de abóbora **Caserta** (*Cucurbita pepo*), avaliada mediante teste de germinação (G), primeira contagem (PC), precocidade de emissão da raiz primária aos 2, 3 e 4 dias (PE_{RP} 2d, 3d e 4d), classificação do vigor de plântulas (CV_P), germinação a baixa temperatura (G_{BT}), emergência de plântulas em campo (EP_C), e massa de matéria seca de plântulas (MMS)

Lote	G (%)	PC (%)	PE_{RP} (2d) (%)	PE_{RP} (3d) (%)	PE_{RP} (4d) (%)	CV_P (%)	G_{BT} (%)	EP_C (%)	M_{MS} (g planta ⁻¹)
1	92 b	89 a	73 a	88 ab	89 ab	87 ab	81 ab	74 b	2,0 b
2	86 c	81 ab	78 a	82 b	83 b	81 b	77 b	80 a	1,8 c
3	96 a	88 ab	83 a	92 a	93 a	90 a	87 a	82 a	1,3 d
4	91 b	79 b	58 b	85 ab	88 ab	86 ab	77 ab	82 a	2,3 a
CV(%)	1,58	4,45	6,63	3,36	3,11	3,65	3,50	1,15	3,18

*Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para esta espécie, o teste de primeira contagem, ao invés de proporcionar melhor distinção entre os lotes, aproximou-os mais, apenas apontando o lote 1 como de qualidade superior, embora não diferindo dos lotes 2 e 3, a do lote 4. Portanto, não foi um teste eficiente para esta espécie. A limitada sensibilidade do teste de primeira contagem na detecção de pequenas diferenças de vigor também foi constatada por outros autores, como Bhering *et al.* (2003), em sementes de melancia; Goulart e Tillmann (2007), em sementes de rúcula e Malone *et al.* (2009), em sementes de mogango. Há coerência nesses dados, uma vez que, dentre os eventos mencionados na sequência para a deterioração, a redução na velocidade de germinação não figura entre os primeiros (BAUDET, 2003).

É conveniente salientar que este mesmo teste, em sementes de Moranga, embora não tenha sido suficientemente sensível na ordenação adequada dos lotes em níveis de qualidade distintos, permitiu melhor distinção dos lotes de Caserta. Tal fato reforça a afirmativa que o comportamento variável de diferentes espécies, da mesma família, às mesmas condições de um determinado teste é uma importante barreira à padronização dos testes de vigor.

Uma análise comparativa dos dados de precocidade de emissão da raiz primária indicou que a avaliação realizada aos dois dias não promoveu adequada separação dos lotes. Entretanto, tanto aos três como aos quatro dias, foi possível classificar de forma mais clara os lotes avaliados, ordenando de forma semelhante ao do teste de germinação, sendo os lotes 2 e 3, respectivamente, o de menor e o de maior qualidade, enquanto os lotes 1 e 4 apresentaram qualidade intermediária.

Assim como ocorreu na espécie Moranga, esse resultado assemelhou-se ao obtido no teste de classificação do vigor de plântulas. Dentre os testes baseados na avaliação de plântulas, a ISTA (1981) e a AOSA (1983) indicaram o de classificação do vigor de plântulas e o de crescimento de plântulas como os mais seguros na avaliação do vigor de sementes. No entanto, de modo geral, testes cuja metodologia avalia o desempenho ou características de crescimento de plântulas são considerados menos sensíveis do que aqueles cujo princípio é a relação do vigor com a tolerância a estresses ou com a integridade das membranas celulares (MARCOS FILHO e NOVENBRE, 2009).

Também na Caserta, o teste de germinação em baixa temperatura demonstrou seu expressivo potencial de uso, uma vez que classificou o lotes da mesma forma que E_{RP} (3 e 4d) e C_{VP} , sendo todos ensaios de fácil condução na rotina de laboratório. Para esta espécie, a emergência de plântulas em campo apresentou resposta distinta da germinação, pois apenas o lote 1 atingiu desempenho inferior aos demais lotes, que alcançaram emergência aproximada de 80%. Neste caso, embora todos os lotes tenham alcançado elevada germinação, com valores que proporcionaram o seu ranqueamento, nas análises de vigor os resultados denotaram maior semelhança no desempenho dos lotes, o que se confirmou na emergência em campo.

No entanto, a massa de matéria seca das plântulas produzidas em campo correspondeu diretamente com a porcentagem de emergência, mas sim com a massa de mil sementes de cada lote, sendo menor a do lote 3 e a maior a do lote 4. Em estudo sobre o efeito do tamanho, massa e conteúdo protéico de sementes de abóbora caserta (*Cucurbita pepo* L.), Sampaio *et al.* (2001) constataram que as plântulas oriundas de sementes grandes superaram as médias, e estas, as pequenas, inclusive na massa de matéria seca.

O índice de velocidade de germinação corrigido (IVG_c), o índice de Kotowski (KWK_c) e o índice de Timson (Tim), para a espécie Moranga, apresentaram a mesma eficiência no ranqueamento de lotes de sementes de abóbora quanto ao vigor, sendo os lotes 1, 2 e 4 classificados como de maior vigor comparativamente ao lote 3, embora o IVG_c para o lote três não tenha apresentado diferença em relação aos demais (Tabela 4). Todavia, o TM_c , o IVG e o IVG_{c2} classificaram o lote 3 como de menor vigor, enquanto, o KWK , o TM e o índice de Tim_{Mod} não foram

eficientes na separação de lotes desta espécie, considerando todos os lotes no mesmo nível de vigor.

Tabela 4. Velocidade de Germinação de sementes de abóbora, tipo **Moranga**, avaliada mediante Índice de Velocidade de Germinação (IVG), Índice de Velocidade de Germinação corrigido (IVG_c), Índice de Velocidade de Germinação corrigido 2 (IVG_{c2}), Velocidade de Germinação de Kotowski (KWK), Velocidade de Germinação de Kotowski corrigido (KWK_c), Tempo Médio de Germinação (TM), Tempo Médio de Germinação corrigido (TM_c), Índice de Timson (Tim) e Índice de Timson Modificado (Tim_{Mod})

Lote	IVG	IVG_c	IVG_{c2}	KWK	KWK_c	TM	TM_c	Tim	Tim_{Mod}
1	44,8 a	45,9 b	43,6 a	43,9 a	42,9 a	2,283 a	2,337 b	2548,3 a	26,1 a
2	45,6 a	46,6 ab	44,6 a	44,2 a	43,3 a	2,269 a	2,311 b	2577,5 a	26,3 a
3	40,4 b	48,8 a	33,5 b	43,2 a	36,9 b	2,322 a	2,725 a	2234,0 b	27,0 a
4	42,9 ab	47,2 ab	39,1 a	44,0 a	40,8 ab	2,279 a	2,461 b	2430,7 a	26,7 a
CV(%)	3,40	2,21	5,35	2,93	3,80	2,88	3,86	3,06	2,03

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Embora o índice de velocidade de germinação se reporte ao número de sementes germinadas por dia e o tempo médio de germinação seja um indicativo do tempo necessário à germinação das sementes, o IVG, IVG_{c2} e o TM_c evidenciaram possuir similar sensibilidade para a separação de lotes de sementes de abóbora. Assim como, o KWK_c e o Tim apresentam princípio de avaliação baseado na velocidade de germinação de sementes. Neste sentido, é possível que a eficiência na separação de lotes de sementes de abóbora em níveis de vigor, empregando testes de avaliação da retomada do crescimento do embrião, mantenham relação com a capacidade indireta de avaliação dos processos de hidrólise, alocação de assimilados e demais mecanismos físicos e fisiológicos, visando à protrusão radicular.

Para a Caserta, o índice de velocidade de germinação corrigido (IVG_{c2}), o índice de Kotowski (KWK) e índice de Kotowski corrigido (KWK_c), tempo médio de germinação (TM) e tempo médio de germinação corrigido (TM_c), o índice de Timson (Tim) e o índice de Timson modificado (Tim_{mod}) destacaram o lote 3 como de maior vigor. Todavia, o IVG_c , KWK, Tim_{mod} classificaram o lote 2 como mais vigoroso. Por outro lado, o IVG e IVG_c , KWK e KWK_c , TM e TM_c e Tim_{mod} indicaram o lote 4 como de menor vigor (Tabela 5). Neste sentido, o IVG_{c2} e Tim classificaram os lotes 2 e 4 como àqueles de menor desempenho no processo de retomada do crescimento do embrião. Assim, a maioria dos testes relacionados à avaliação do processo

germinativo foi capaz de classificar os lotes em dois níveis de vigor, enquanto o IVG_c estratificou lotes de sementes de Caserta nos níveis alto (lote 2), médio (lote 3) e baixo (lote 4).

Tabela 5. Velocidade de Germinação de sementes de abóbora, tipo **Caserta**, avaliada mediante Índice de Velocidade de Germinação (IVG), Índice de Velocidade de Germinação corrigido (IVG_c), Índice de Velocidade de Germinação corrigido 2 (IVG_{c2}), Velocidade de Germinação de Kotowski (KWK), Velocidade de Germinação de Kotowski corrigido (KWK_c), Tempo Médio de Germinação (TM), Tempo Médio de Germinação corrigido (TMC), Índice de Timson (Tim) e Índice de Timson Modificado (Tim_{Mod})

Lote	IVG	IVG_c	IVG_{c2}	KWK	KWK_c	TM	TMC	Tim	Tim_{Mod}
1	42,1bc	47,2bc	37,6ab	43,4 ab	39,7 ab	2,313ab	2,530 ab	2383,0 ab	26,7 ab
2	44,0ab	52,9 a	36,8 b	46,5 a	40,1 ab	2,163 b	2,519 ab	2345,0 b	28,2 a
3	46,0 a	49,5 b	42,8 a	46,2 a	43,9 a	2,166 b	2,281 b	2560,8 a	27,5 a
4	39,3 c	44,7 c	34,5 b	40,2 b	36,6 b	2,492 a	2,741 a	2254,7 b	25,7 b
CV(%)	3,26	2,34	5,33	4,87	5,83	4,68	5,62	3,27	2,20

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Conclusões

Para as sementes de abóbora Moranga e Caserta, os testes de germinação em baixa temperatura, protrusão de raiz primária aos 3 e 4 dias e classificação do vigor de plântulas apresentam eficiência na separação de lotes quanto ao potencial fisiológico.

A velocidade de germinação não é eficiente para avaliação do vigor de sementes de abóbora (Caserta e Moranga).

Referências

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

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigour testing handbook**. AOSA, 1983. 88p. Handbook on seedtesting. Contribution, 32.

BAUDET, L.M. Armazenamento de Sementes. In: PESKE, S.T.; ROSENTHAL, M.A.; ROTA, G.R.M. (Eds.). **Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos**, Pelotas: UFPel, 2003. p.369-418.

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

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: SNAD/CLAV, 2009, 398p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes**: Ciência, Tecnologia e Produção. 3.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1988. v.1, 424p .

CASAROLI, D.; GARCIA, D.C.; MENEZES, N.L.; MUNIZ, M.F.B.; BAHRY, C.A. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de abóbora. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, v.13, n.2, p.197-207, 2006.

COSTA, C.J; CARMONA, R.; NASCIMENTO, W.M. Idade e tempo de armazenamento de frutos e qualidade fisiológica de sementes de abóbora híbrida. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.1, p.127-132, 2006.

DIAS, D. C.F.S.; ALVARENGA, E. M.. **Teste de Germinação A Baixa Temperatura**. In: Krzyzanowski, F.C.; Vieira, R.D.; França Neto, J.B. (Org.). Vigor de sementes: conceitos e testes. 1ed. Londrina: Abrates, 1999, p. 71-74.

FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. **Germinação**: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, 2004, 321 p.

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

ISTA. **Handbook of vigour test methods**. International Seed Testing Association. Zurich, Switzerland, 1981, 72 p.

KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. **Vigor de sementes**: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999. p.4.1-4.26.

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

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, 2009.

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

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. 432p.

MARTINS, L.; SILVA, W.R.. Interpretação de dados obtidos em testes de vigor para a comparação qualitativa entre lotes de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v.27, n.1, p.19-30, 2005.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, p.2.1-2.24,1999.

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*, v.28, n.3, p.365-372, 2007.

PESKE, S.T.; ROSENTHAL, M.A.; ROTA, G.R.M. **Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos**, Pelotas: UFPel, 2003. 418 p.

SAMPAIO, T.G.; SAMPAIO, N.V.; POZADA, M.A.C. ; RODRIGUES, A.P.D.C.. Efeito do tamanho, peso e conteúdo protéico de sementes de abóbora (*Curcubita pepo* L.) cv. Caserta no desenvolvimento de plântulas. **Informativo ABRATES**, v.11, n.2, p. 56-56, 2001.

SANTANA, D. G.; RANAL, M .A. **Análise da germinação: um enfoque estatístico**. Brasília: Universidade de Brasília, v. 1, 2004. 247p.

TILLMANN, M.A.A.; MELLO, V.D.C.; ROTA, G.R.M. Análise de Sementes. In: PESKE, S.T.; ROSENTHAL, M.A.; ROTA, G.R.M. (Eds.). **Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos**, 2003. p. 139-224.

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

VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.1-26.

Artigo 2

Potencial fisiológico de lotes de sementes de abóboras Caserta (*Cucurbita pepo*) e Moranga (*Cucurbita maxima*)

Resumo

Este trabalho objetivou avaliar a eficiência de testes vigor na separação de lotes de sementes de abóboras Caserta e Moranga. Utilizaram-se duas espécies (*Cucurbita maxima* e *Cucurbita pepo*), cada uma representada por quatro lotes, cuja qualidade inicial foi verificada através da determinação de umidade, massa de mil sementes e teste de germinação. O vigor das sementes foi avaliado através da velocidade de germinação e de emergência de plântulas, comprimento e massa de matéria seca de plântulas, envelhecimento acelerado e condutividade elétrica. Para a espécie *C. maxima* não houve diferença no comprimento e na massa seca de plântulas dos diferentes lotes de sementes. Para a espécie *C. pepo*, sementes do lote 3 apresentaram melhor performance comparativamente aos demais nas avaliações de comprimento de plântula, quando utilizada a metodologia proposta pela ISTA. Para a espécie Caserta, o teste de condutividade elétrica foi eficiente na separação dos lotes.

Termos para indexação: *Cucurbita maxima*, *Cucurbita pepo*, teste de resistência, condutividade elétrica.

Physiological potential of Caserta (*Cucurbita pepo*) and Moranga (*Cucurbita maxima*) pumpkin seeds lots

Abstract

This study aimed to evaluate the efficiency of the tests for separation of Caserta and Moranga pumpkin seeds lots. Were used two species (*Cucurbita maxima* and *Cucurbita pepo*) represented by four lots, whose initial quality was verified by seedling emergence, speed of germination and seedling emergence, length and dry weight of seedlings according to Association of Official Seed Analysts (AOSA) and the International Seed Testing Association (ISTA), accelerated aging and electrical conductivity. For *C. maxima*, there was no difference in the length and seedling dry weight of different seed lots by employing the methodology recommended by the AOSA and ISTA. For *C. pepo* seeds from lot 3 showed better performance compared to other evaluations of seedling length when using the methodology proposed by ISTA. Still, for *C. pepo*, the electrical conductivity separated consistently seed lots.

Index terms: *Cucurbita maxima*, *Cucurbita pepo*, test resistance, electrical conductivity.

Introdução

A qualidade fisiológica da semente reflete-se na expressão do potencial genético da semente e no desempenho de plântulas nos estádios iniciais de desenvolvimento, podendo afetar diversas variáveis de crescimento e resultar em alteração de produtividade. O desempenho de sementes de hortaliças é, rotineiramente, avaliado pelo teste de germinação. Todavia, o referido teste é conduzido sob condições favoráveis ao processo germinativo e ao crescimento inicial e assim permite que diferentes lotes que apresentem qualidades distintas expressem seu máximo potencial de formação de plântulas normais, muitas vezes apresentando resultados diversos dos obtidos em campo (PESKE *et al.*, 2003).

A utilização de testes de vigor no controle de qualidade das sementes produzidas complementa as informações obtidas no teste de germinação e permite a obtenção de resultados com maior reprodutibilidade sob condições adversas de campo (MARCOS FILHO, 2005). O vigor reflete-se na capacidade de desempenho das plântulas expostas às diferentes condições de ambiente e possibilita detectar atributos mais sutis da qualidade fisiológica, não revelados pelo teste de germinação (PESKE *et al.*, 2003).

Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas, de condutividade elétrica, de envelhecimento acelerado e de frio são recomendados na avaliação do vigor de sementes (MARCOS FILHO, 2005). Para sementes de abóbora é recomendado o teste de primeira contagem (CASAROLI *et al.*, 2009), assim como para melancia (BHERING *et al.*, 2005); para melão, o teste de envelhecimento acelerado (TORRES & MARCOS FILHO, 2005) e para tomate, o de emergência de plântulas (BARROS *et al.*, 2002). Todavia, a avaliação de testes de vigor em sementes de abóbora é escassa, podendo os resultados ser variáveis entre lotes de diferentes espécies, ou mesmo, dentro de lotes de mesma uma espécie.

As abóboras, espécies pertencentes à família Cucurbitaceae, têm ampla aceitação popular e representam parte significativa do volume comercializado de hortaliças (BRAZ *et al.*, 2008). No Brasil, a região nordeste destaca-se pela maior produção desta cultura, agrupando também os maiores estados consumidores, destacando-se Pernambuco, Piauí, Maranhão e Bahia (RAMOS *et al.*, 2004).

Neste contexto, este trabalho objetivou avaliar a eficiência de testes vigor na separação de lotes de sementes de abóbora.

Material e métodos

O trabalho foi conduzido no Laboratório Didático de Análise de Sementes do Departamento de Fitotecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, na Universidade Federal de Pelotas, em Pelotas – RS.

Foram utilizados oito lotes de sementes, sendo quatro de abóbora Moranga (*Cucurbita maxima*) e quatro de abóbora Caserta (*Cucurbita pepo*). As sementes foram adquiridas nas empresas Hortec Sementes Ltda. e ISLA Sementes, não submetidas a tratamento químico. Durante o período experimental, os lotes permaneceram armazenados em câmara sob temperatura de 18 a 20°C e umidade relativa de 40-45%, em embalagens de polipropileno trançado.

Na primeira etapa os lotes foram submetidos a testes para avaliação da qualidade física e fisiológica das sementes, de forma a promover caracterização e possível classificação prévia. Para tanto, foram realizados os seguintes testes:

Determinação do grau de umidade (G_U): conduzido pelo método de estufa à temperatura de $105 \pm 3^\circ\text{C}$, durante 24 horas (BRASIL, 2009), utilizando duas repetições de 5,0g de sementes. Os resultados foram expressos em porcentagem média de umidade (em base úmida) para cada lote.

Massa de mil sementes (M_{1000}): realizado conforme metodologia descrita nas Regras para Análise de Sementes – RAS (BRASIL, 2009). Foram contadas, manualmente, oito subamostras de cem sementes de cada lote, as quais foram pesadas e submetidas à análise de variância. Os dados foram expressos em gramas.

Teste de germinação (G): foram utilizadas quatro subamostras de 50 sementes por lote, distribuídas em rolos de papel toalha Germitest, previamente umedecido com água destilada, na quantidade de 2,5 vezes a massa do substrato seco para os lotes da espécie Moranga, e de 2,0 vezes o peso do substrato seco para a espécie Caserta (em função das diferenças de tamanho e peso das sementes entre as espécies, e conforme ensaios prévios), e colocadas para germinar a temperatura de 25°C. As avaliações foram realizadas aos quatro e oito dias após a semeadura, conforme descrito nas RAS (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem média de plântulas normais.

Em função da contaminação por fungos e bactérias, observada preliminarmente no teste de germinação, e comprovada a partir de teste de sanidade, para as avaliações posteriores foi realizada descontaminação prévia, com

solução de hipoclorito de sódio. A solução utilizada foi de preparo recente, contendo 1% de ingrediente ativo. As sementes permaneceram 10 minutos imersas na solução e após foram lavadas em água corrente, durante três minutos (PESKE *et al.*, 2003).

Na segunda etapa, os lotes de sementes foram submetidos a testes para avaliação do vigor. Para tanto, foram realizados os seguintes testes:

Emergência de plântulas em campo (E_c): realizada em solo do tipo planossolo, por meio de oito repetições de 50 sementes por lote, distribuídas em linhas a 3,0 cm de profundidade, com espaçamento de 10 cm entre sementes na mesma linha e de 30 cm entre linhas. A avaliação foi realizada no 14º dia após a semeadura e os resultados expressos em porcentagem de emergência de plântulas por lote.

Índice de velocidade emergência (IVE): calculada a partir da contagem diária do número de plântulas emergidas no ensaio de emergência de plântulas em campo e utilizando-se a equação - $IVG = G1/N1 + G2/N2 + \dots G_n / N_n$. Sendo : G_n — número de sementes germinadas no n-ésimo dia; N – número de dias após a semeadura.

Comprimento de plântula (parte aérea e raiz primária) – realizado com oito repetições de 10 sementes (com três subamostras por lote), perfazendo 240 sementes por lote. As sementes foram dispostas sobre uma linha horizontal traçada no terço superior do substrato, a uma distância de 9,3 mm da borda superior da folha, com a extremidade da radícula orientada para baixo. A quantidade de água no substrato foi, para a Caserta, de 2 (duas) vezes e para a Moranga de 2,5 (duas e meia) vezes a massa seca do papel. Os rolos foram acondicionados no interior de sacos plásticos para manter a umidade do substrato uniforme durante o teste e colocados em germinador à temperatura constante de 25°C, sem luz.

A avaliação do teste, aos sete dias, foi realizada respeitando a ordem de semeadura dos lotes. As medidas das plântulas normais foram tomadas com auxílio de uma régua, da parte aérea, a partir da curva do hipocótilo (onde foi feito o corte) até o início da raiz primária, e da raiz primária do seu início até a extremidade. Considerou-se comprimento mínimo de 2 cm (tanto na parte aérea, quanto na raiz) e, no caso de serem fasciculadas (sem raiz principal), deveria apresentar pelo menos quatro raízes, de comprimento ≥ 4 cm.

O comprimento de plântulas foi determinado, segundo as indicações da AOSA (2002) e da ISTA (2004), onde: a) PA (AOSA) – comprimento da parte aérea de plântulas, em centímetros, dividido pelo número de plântulas normais; b) PA (ISTA) – comprimento da parte aérea de plântulas (em cm), dividido pelo número de sementes colocadas para germinar; c) RP (AOSA) – comprimento da raiz primária de plântulas, em centímetros, dividido pelo número de plântulas normais; d) RP (ISTA) – comprimento da raiz primária de plântulas, em centímetros, dividido pelo número de sementes colocadas para germinar; e) CT (AOSA) – comprimento total de plântulas (em cm) dividido pelo número de plântulas normais; f) CT (ISTA) – comprimento total de plântulas (em cm) dividido pelo número de sementes colocadas para germinar.

Massa de matéria seca de plântulas: utilizaram-se as plântulas inteiras (parte aérea + raiz primária) oriundas do teste de comprimento de plântulas, as quais foram acondicionadas em sacos de papel pardo e mantidas em estufa à temperatura de 80°C, durante 24 horas (NAKAGAWA, 1999). Após a secagem, o material teve sua massa aferida em balança de precisão e os dados de foram divididos pelo número de plântulas normais (AOSA) ou pelo número de sementes colocadas para germinar (ISTA), foram expressos em gramas.

Envelhecimento acelerado (EA): em função das diferenças visuais de tamanho e do peso das sementes, entre as distintas espécies, foram contadas cerca de 600 sementes por lote, e acrescidas de 10g de sementes por amostra, para a avaliação do grau de umidade, após o período de envelhecimento. O material foi distribuído sobre a superfície de telas metálicas, suspensas no interior de caixas gerbox, sendo no primeiro teste empregadas quatro caixas e, no segundo teste, sete caixas. Sob as telas foram colocados 40 mL de água destilada. Na parte interna das tampas foram coladas folhas de papel mata-borrão para evitar a condensação de água sobre as sementes. As caixas, tampadas, permaneceram no interior de câmara de germinação tipo B.O.D, à temperatura de 41 °C (CASAROLI *et al.*, 2006), por 48 horas. A seguir, as sementes foram submetidas ao teste de germinação conforme procedimento descrito anteriormente, porém com uma única contagem no sexto dia (CASAROLI *et al.*, 2006).

Condutividade elétrica (CE): foram utilizadas quatro subamostras de 25 e de 50 sementes por lote cuja massa foi aferida em balança de precisão, sendo dispostas para embeber em recipientes plásticos contendo 75 mL de água destilada,

à temperatura de 20°C. As leituras foram efetuadas após 18 e 24 horas de embebição e os resultados expressos em $\mu\text{S g}^{-1}$. Assim, as medidas de condutividade elétrica da solução de embebição das sementes foram as seguintes: a) CE (50) 18h – condutividade elétrica com 50 sementes/ 18 horas; b) CE (50) 24h – condutividade elétrica com 50 sementes/ 24 horas; c) CE (25) 18h – condutividade elétrica com 25 sementes/ 18 horas; d) CE (25) 24h – condutividade elétrica com 25 sementes/ 24 horas.

Os dados foram submetidos separadamente à análise de variância para cada teste e espécie de abóbora, em delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições, sendo a comparação entre as médias de lotes, efetuada pelo teste de Tukey, em nível de probabilidade de 5%.

Resultados e discussão

As sementes de Moranga apresentaram em média massa de matéria seca duas vezes maior do que as sementes de Caserta (Tabela 6).

A umidade das sementes antes do teste de envelhecimento acelerado foi semelhante entre os lotes de abóbora e a diferença entre elas não ultrapassou meio ponto percentual (Tabela 6). Quanto à umidade após o período de envelhecimento artificial das sementes no primeiro teste, houve variação máxima 9,2 pontos percentuais (pp) no teor de umidade entre os lotes de Moranga e de 10,1 pp nos lotes de Caserta. Todavia, no segundo teste e para as sementes de Moranga, a variação foi de 3,6 pp e para as sementes de Caserta de 1,4 pp, demonstrando maior precisão e uniformidade do grau de umidade nas sementes do segundo teste de envelhecimento acelerado.

Tabela 6. Dados médios referentes à massa da matéria seca (M_{MS}), ao grau de umidade inicial (U), germinação inicial (G), germinação e umidade antes e após o teste de envelhecimento acelerado (41°C/ 48h) de oito lotes de sementes de abóbora, espécies Moranga (*Cucurbita maxima*) e Caserta (*Cucurbita pepo*).

Espécie	Lote	M_{MS} (g)	U (%)	G (%)	Envelhecimento acelerado (%)		Umidade após EA(%)	
					1º teste	2º teste	1º teste	2º teste
Moranga	1	221,4	6,2	98a*	92a*	90a*	26,6	19,2
	2	228,1	6,1	99a	93a	91a	27,7	19,8
	3	202,6	6,3	86b	57b	64c	19,9	16,5
	4	189,2	6,2	93a	80a	77b	29,1	20,1
				2,46	8,62	4,14		
Caserta	1	125,7	7,0	92b	80a	75a	35,0	20,8
	2	101,3	7,1	86c	55b	60b	33,9	20,0
	3	90,4	6,6	96a	85a	64ab	24,9	21,4
	4	89,4	6,9	91b	78a	71ab	30,4	20,8
CV (%)				1,58	9,02	8,15		

*Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A umidade das sementes antes do teste de envelhecimento acelerado foi semelhante entre os lotes de abóbora e a diferença entre elas não ultrapassou meio ponto percentual (Tabela 6). Quanto à umidade após o período de envelhecimento artificial das sementes no primeiro teste, houve variação máxima 9,2 pontos percentuais (pp) no teor de umidade entre os lotes de Moranga e de 10,1 pp nos lotes de Caserta. Todavia, no segundo teste e para as sementes de Moranga, a variação foi de 3,6 pp e para as sementes de Caserta de 1,4 pp, demonstrando maior precisão e uniformidade do grau de umidade nas sementes do segundo teste de envelhecimento acelerado.

O teste de envelhecimento acelerado foi conduzido duas vezes, em função da desuniformidade dos resultados ocorrida no primeiro ensaio (Tabela 6). Esta ocorrência pode ser verificada pelos dados de germinação após o período de estresse e principalmente pela desuniformidade entre as repetições quanto à umidade, fato demonstrado pelo maior coeficiente de variação, no primeiro teste, para as duas espécies.

É possível inferir que a desuniformidade verificada no primeiro teste pode ser atribuída à distribuição inadequada das sementes sobre as telas de suporte para as

sementes no interior das caixas gerbox, principalmente nos lotes de sementes maiores. Tal afirmação baseia-se no fato de que no primeiro teste foram utilizadas quatro caixas por lote de sementes, metodologia que resultou na condensação de água sobre sementes de algumas amostras e que possivelmente ocasionou variações mais acentuadas na umidade das sementes após o período de envelhecimento.

Por outro lado, no segundo teste, para os lotes cujas sementes apresentaram maior tamanho, o período de estresse foi conduzido em sete caixas tipo gerbox, enquanto as sementes de tamanhos médio e pequeno distribuídas em seis e cinco caixas, respectivamente. Desta forma, não houve sobreposição de sementes, fato que pode refletir em maior uniformidade no grau de umidade. Neste sentido, a umidade das sementes, antes e após a exposição às condições do período de envelhecimento são indicadores essenciais da condução adequada do teste. Segundo Tillmann & Menezes (2003), após o período de exposição das sementes ao estresse imposto pelo teste de envelhecimento acelerado, são consideradas toleráveis variações de 3 a 4 pp no grau de umidade entre as amostras.

A modificação na metodologia de execução do teste de envelhecimento acelerado refletiu-se no resultado do segundo teste, particularmente na espécie Moranga, cujas sementes possuem maior tamanho, proporcionado melhor distinção entre seus lotes (Tabela 6). No primeiro teste, embora os lotes tenham sido ordenados numericamente, conforme os demais testes de vigor, houve igualdade estatística entre os lotes 1 e 2 e o lote 4, que pode retratar maior desuniformidade entre as repetições do teste ($CV = 8,62\%$). O segundo teste, com menor coeficiente de variação ($4,14\%$), possibilitou a estratificação dos lotes em três níveis de vigor: maior (lotes 1 e 2), menor (lote 3) e intermediário (lote 4).

Na espécie Caserta, embora tenha havido maior uniformidade na absorção de umidade pelas sementes durante o período de estresse, o segundo teste resultou em valores mais baixos de germinação comparativamente ao primeiro teste, e também com os resultados da Moranga (Tabela 6). As sementes de Moranga possuem maior tamanho e massa que as da espécie Caserta. Segundo Tillmann & Menezes (2003), quanto menor o tamanho das sementes, maior sua sensibilidade às condições adversas do período de envelhecimento.

Os mesmos autores alertam para o fato de que são frequentes as recomendações de determinadas temperaturas e períodos de exposição das

sementes ao envelhecimento, em função de que os mesmos foram capazes de estratificar os lotes em diferentes níveis de vigor. Entretanto, essa separação pode não representar a real condição fisiológica das sementes, as quais podem estar em nível semelhante de vigor, especialmente ao se tratar de lotes com vigor médio.

A escolha da temperatura de 41°C para a condução do teste segue uma tendência, uma vez que é a indicação de grande parte dos pesquisadores que buscam a padronização das condições de realização do teste. Aliado a isso, os dados obtidos mostram ser importantes na descrição da metodologia para a condução deste teste de vigor em sementes de abóbora, minimizar o efeito do tamanho das sementes, de forma que se tenha sempre uma camada simples de sementes sobre a tela da caixa gerbox. Desse modo, na busca pela praticidade, em sementes muito grandes, o envelhecimento acelerado talvez não seja o teste mais prático para incluir na rotina de laboratório.

No teste de emergência de plântulas em campo para sementes de Moranga, os lotes foram ranqueados da mesma forma que no teste de germinação, apresentando o lote 3 desempenho menor comparativamente aos demais. Isto pode ser explicado pelo fato da emergência em campo ter sido conduzida na época recomendada para a espécie, pois em tal condição, a ocorrência da associação entre os resultados do teste de germinação e de emergência de plântulas em campo é comum. Por outro lado, o índice de velocidade de emergência não constituiu teste eficiente para a separação de lotes de sementes de Moranga (Tabela 7).

Os dados sobre o crescimento de plântulas, aferido por meio da avaliação do comprimento e da massa seca, para os lotes de Moranga, são apresentados na Tabela 7. Observa-se que não houve diferença significativa nestes atributos de crescimento entre os lotes, tanto ao empregar a metodologia preconizada pela AOSA, como àquela proposta pela ISTA. Nas medidas da parte aérea (AOSA; ISTA) e da raiz primária e comprimento total (AOSA) houve diferença numérica favorável ao lote 3 que é, entretanto, pela análise dos demais testes, o de qualidade inferior.

Tabela 7. Emergência em campo (E_C) e índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento de plântula (P_A = parte aérea; R_P = raiz primária; C_T = total) e massa de matéria seca de plântulas (MMS), obtidas de sementes de abóbora Moranga (*Cucurbita maxima*) e de abóbora Caserta (*Cucurbita pepo*), determinados pelas metodologias preconizadas pela AOSA e pela ISTA.

Abóbora Moranga										
Lote	E_C (%)	IVE	P_A (cm)		R_P (cm)		C_T (cm)		M_{MS} (g)	
			AOSA	ISTA	AOSA	ISTA	AOSA	ISTA	AOSA	ISTA
1	96a	17,1a	7,2a	6,9a	13,5a	12,8a	20,7a	19,7a	0,038a	0,037a
2	93a	17,0a	6,8a	6,8a	12,7a	12,4a	19,6a	19,2a	0,033a	0,032a
3	80b	16,6a	9,3a	7,6a	14,4a	11,8a	23,7a	19,4a	0,046a	0,037a
4	93a	15,5a	7,6a	6,6	12,7a	11,0a	20,2a	17,5a	0,036a	0,031a
CV (%)	4,23	3,73	12,88	14,17	9,92	10,44	9,76	10,69	14,72	14,77

Abóbora Caserta										
Lote	E_C (%)	IVE	P_A (cm)		R_P (cm)		C_T (cm)		M_{MS} (g)	
			AOSA	ISTA	AOSA	ISTA	AOSA	ISTA	AOSA	ISTA
1	74 b	15,7a	8,9ab	7,6ab	11,6a	9,8b	20,5ab	17,3b	0,030b	0,026b
2	80 a	15,4a	10,5a	8,0ab	13,8a	10,6ab	24,3a	18,6ab	0,029b	0,022b
3	82 a	15,2a	9,9ab	9,3a	13,3a	12,4a	23,2ab	21,7a	0,026b	0,024b
4	82 a	14,8a	7,7b	7,0b	12,4a	11,1ab	20,2b	18,7ab	0,038a	0,033a
CV (%)	1,15	2,66	9,81	10,30	6,72	6,64	7,22	6,64	7,00	6,43

*Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Neste sentido, relação com a massa de mil sementes poderia ser estabelecida, isto porque, segundo Carvalho & Nakagawa (1988), sementes maiores possuem maior quantidade de reservas, podendo gerar plântulas maiores. Embora as pesquisas não sejam conclusivas a respeito da relação entre o desenvolvimento das sementes e seu desempenho, trabalhos demonstram a existência de relação direta entre o tamanho e características de potencial fisiológico de sementes.

No entanto, os resultados contradizem essa hipótese, pois o lote 3 possui massa inferior à dos lotes 1 e 2, superando apenas a massa do lote 4 (Tabela 6). Em sementes de abóbora, Casaroli *et al.* (2009), não consideraram os testes que expressam o crescimento de plântulas eficientes na detecção de diferenças no potencial fisiológico entre os lotes.

Para a espécie Caserta, a emergência de plântulas em campo apresentou resposta distinta da germinação tendo o lote 1 atingido desempenho inferior aos demais lotes, que alcançaram emergência próxima a 80%. Embora todos os lotes tenham alcançado elevada germinação, com valores que proporcionaram a sua separação, nas análises de vigor, os resultados apresentaram maior similaridade no desempenho dos lotes, fato que se confirmou na emergência em campo. Todavia, assim como para Moranga, na espécie Caserta o índice de velocidade de emergência não separou os lotes em níveis de vigor (Tabela 7).

Ainda, para a espécie Caserta, os dados apresentados na Tabela 7 indicam que o lote 3 apresentou superior performance comparativamente aos demais nas avaliações de comprimento de plântula, ao utilizar a metodologia proposta pela ISTA, que leva em conta a porcentagem de germinação das sementes. Nakagawa (1999) considera ser esta a metodologia mais apropriada, visto que pode haver lotes com baixa germinação, mas cujas plântulas apresentem alta taxa de crescimento, e vice-versa. Neste caso, pode-se então extrapolar tais dados para todo o lote, pois estão sendo consideradas também a porcentagem de sementes não germinadas e as de plântulas anormais, importantes indicativos da qualidade fisiológica das sementes.

Neste contexto, em estudo sobre a utilização de testes de comprimento de plântula como método de classificação de lotes de sementes de soja conforme sua qualidade fisiológica, Vanzolini *et al.* (2007) concluíram ser mais eficaz a metodologia em que os dados médios obtidos são divididos pelo número de sementes em teste do que ao considerar apenas as plântulas normais.

A massa de matéria seca das plântulas, para a espécie Caserta, assim como na Moranga, não se relacionou diretamente com a massa de mil sementes de cada lote. Deve ficar claro que além da quantidade de assimilados armazenados na semente, a maior massa seca de plântulas, possui estreita relação com a habilidade de hidrólise e alocação de assimilados. Além disso, este fator depende também da constituição genética do indivíduo, ocorrendo influência do ambiente sobre tais processos fisiológicos. Assim, nota-se que os resultados para cada espécie de abóbora foram discordantes, o que deve ser considerado ao existir a pretensão de padronização de testes para avaliação de vigor de sementes.

Os resultados do teste de condutividade elétrica em sementes de Moranga estão apresentados na Tabela 8. Para esta espécie, o referido teste não se mostrou

eficiente na separação dos lotes de acordo com o vigor em nenhuma das metodologias testadas. O lote 1 classificado como de alta qualidade pelos testes de avaliação inicial foi aquele que alcançou os maiores valores de condutividade elétrica. Esta afirmação tem como base o fato de que sementes em processo de deterioração ou de menor vigor possuem menor capacidade de reorganização do sistema de membranas celulares, apresentando extravasamento exacerbado de eletrólitos, um indício da qualidade inferior das sementes (MARCOS FILHO, 2005).

Tabela 8. Condutividade elétrica – CE ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$) de sementes de abóbora Moranga (*Cucurbita maxima*) e abóbora Caserta (*Cucurbita pepo*), utilizando-se 25 e 50 sementes e 75 mL de água, após 18 e 24 horas de embebição.

Abóbora Moranga				
Lote	CE (25 sem/ 18h)	CE (25 sem/ 24h)	CE (50 sem/ 18h)	CE (50 sem/ 24h)
1	54,6c*	56,7c	52,6c	54,7b
2	39,3b	40,1b	37,3b	38,8a
3	30,7a	32,3a	28,8a	32,8a
4	36,8ab	38,0ab	35,5b	38,3a
CV (%)	7,90	7,11	6,33	6,88

Abóbora Caserta				
Lote	CE (25 sem/ 18h)	CE (25 sem/ 24h)	CE (50 sem/ 18h)	CE (50 sem/ 24h)
1	101,7c	104,7c	97,0d	102,0d
2	50,9b	52,9b	44,9b	47,1b
3	29,1a	30,8a	25,6a	27,6a
4	58,3b	59,9b	55,2c	58,5c
CV (%)	6,50	5,62	2,14	2,88

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

Todavia para a espécie Caserta, os resultados de todos os ensaios relativos à condutividade elétrica permitiram separar de maneira consistente os lotes de sementes, destacando o lote 3 de maior vigor e o lote 1 de menor desempenho (Tabela 8). Desse modo, em revisão a respeito de testes rápidos para a avaliação do vigor de sementes, Custódio (2005) afirma que o insucesso do teste de condutividade elétrica tem sido atribuído à influência do genótipo associado a características do tegumento, fato que explica a distinta eficiência do teste de

condutividade elétrica no ranqueamento de lotes das espécies Moranga e Caserta que são diferentes espécies do gênero *Cucurbita*.

Neste contexto, é interessante considerar que Dutra & Vieira (2006), ao avaliarem a condutividade elétrica de sementes do híbrido de abóbora Bárbara (*Cucurbita moschata* Duch ex Lam.), consideraram adequada a utilização de 50 sementes em 75 mL de água pelo período de 8 horas e temperatura de 25 °C. No entanto, os mesmos autores, em ensaio com sementes de abobrinha (*Cucurbita pepo* L.), indicaram a temperatura de 30°C como a mais adequada para a condução do teste de condutividade elétrica. Dessa forma, os resultados de condutividade elétrica podem ser afetados de acordo com o genótipo em estudo.

Os ensaios visando avaliar o nível de reorganização das membranas celulares ao serem foram conduzidos com 50 sementes comparativamente àqueles conduzidos com 25 sementes, principalmente na abóbora Caserta, apresentaram redução do coeficiente de variação e assim maior precisão nos resultados obtidos. Assim, buscando estabelecer tamanho adequado de amostra para avaliação da condutividade elétrica em sementes de tomate, Rodo *et al.* (1998) concluíram ser necessárias recomendações específicas de tamanho da amostra para cada cultivar avaliada. Este fato corrobora os resultados obtidos neste trabalho.

A partir da análise geral dos resultados é possível verificar que diferentes testes de avaliação do vigor possuem diferenciada eficiência no ranqueamento de lotes de sementes de abóbora e mantêm relação com características da espécie. Neste sentido, torna-se recomendável o emprego, em conjunto, de testes baseados em princípios distintos para a avaliação do vigor de sementes de abóbora.

Conclusões

O teste de condutividade elétrica separa de maneira consistente lotes de sementes de abóbora Caserta, destacando os lotes de maior e de menor vigor.

Os testes de crescimento de plântulas (massa seca e comprimento) não são eficientes na separação de lotes de sementes de abóbora em níveis de vigor.

Referências

AOSA. **Seed Vigor Testing Handbook**. Association of official Seed Analysts. Lincoln, NE, EEUU. 2002. 105 p.

BARROS, D.I.; NUNES, H.V.; DIAS, D.C.F.S.; BHERING, M. C. Comparação entre testes de vigor para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de tomate. **Revista Brasileira de Sementes**. v.24, p.12-16, 2002.

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**. v.27, p.176-182, 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: SNAD/CLAV, 2009. 398p.

BRAZ, M.R.S.; BARROS, C.S.; CASTRO, F.P.; ROSSETTO, C.A.V. Accelerated aging and controlled deterioration seeds vigour tests for sunflower. **Ciência Rural**. v.38, p.1857-1863. 2008.

CARVALHO N.M.; NAKAGAWA J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 3 ed. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 424 p.

CASAROLI, D.; GARCIA, D.C.; MENEZES, N.L.; MUNIZ, M.F.B.; BAHRY, C.A. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de abóbora. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**. v.13, p.197-207, 2006.

CASAROLI, D.; GARCIA, D.C.; MENEZES, N.L.; MUNIZ, M.F.B.; MANFRON, P.A. Testes para determinação do potencial fisiológico de sementes de Abóbora. **Acta Scientiarum Agronomy**. V.31, p.337-343, 2009.

CUSTÓDIO, C.C. **Testes rápidos para avaliação do vigor de sementes: uma revisão**. Colloquium Agrariae, v.1, n.1, p.29-41, 2005.

DUTRA, A.S.; VIEIRA, R.D. Teste de condutividade elétrica para a avaliação do vigor de sementes de abobrinha. **Revista Brasileira de Sementes**. v.18, p.117-122, 2006.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. Germination. In: ISTA. **International Rules for Seed Testing**. Bassersdorf: ISTA, 2004. p.5.1- 5.5; 5A.1- 5A.50.

ISTA. **Handbook of vigour test methods**. International Seed Testing Association. Zurich, Switzerland, 1981, 72 p.

ISTA. **International Rules for Testing Seeds**. Seed Science and Technology. 32. 2004. 403p.

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

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

PESKE, S.T.; ROSENTHAL, M.A.; ROTA, G.R.M. **Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos**. Pelotas: Editora e Gráfica Universitária, 2003. 573p.

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

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**. v.20, v.23-28, 1998.

TILLMANN, M.A.A.; MELLO, V.D.C.; ROTA, G.R.M. Análise de Sementes. In: PESKE, S.T.; ROSENTHAL, M.A.A.; ROTA, G.R.M. (Eds.). **Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos**. Pelotas: Editora e Gráfica Universitária. 2003. p. 139-224.

TORRES, S.B.; MARCOS FILHO, J. **Physiological potential evaluation in melon seeds (*Cucumis melo* L.)**. Seed Science and Technology. v.33, p.341-350, 2005.

VANZOLINI, S.; ARAKI, C.A.S.; SILVA, A.C.T.M.; NAKAGAWA, J. Teste de comprimento de plântulas na avaliação da qualidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.2, p.90-96, 2007.

Considerações finais

A escolha de testes de vigor deve levar em conta a finalidade de uso das sementes: para a semeadura imediata (em campo ou em estufa, por exemplo), ou para armazenamento por determinado período. De forma genérica, uma vez que não estão estabelecidos valores referenciais de vigor, pode-se dizer que se busca escolher o melhor lote entre dois ou mais, independentemente do uso que se pretende fazer do lote de sementes avaliado.

Cabe destacar, quanto aos objetivos dos testes de vigor, que frequentemente encontra-se como objetivo “estratificar lotes de sementes em diferentes níveis de vigor”. No entanto, essa premissa pode levar a equívocos, visto que tais lotes podem ter níveis semelhantes de vigor.

A escolha do teste deve também considerar se o objetivo é desenvolver metodologias para uso em rotina de Laboratórios de Análise de Sementes (LAS) ou em pesquisa científica. Obviamente, um teste pode ser utilizado para ambos os propósitos, mas há importante distinção a ser destacada.

No caso da rotina de LAS, espera-se que os testes sejam rápidos, objetivos, simples e econômicos. É preciso, portanto, haver simplicidade e praticidade na condução dos testes que deverão ser executados rotineiramente e que têm seus resultados aguardados com ansiedade por quem necessita conhecer a qualidade do lote para semeadura, embasando muitas das decisões a serem adotadas.

No presente trabalho, o teste de envelhecimento acelerado - um dos testes de vigor mais utilizados - mostrou-se pouco prático, uma vez que, em virtude do tamanho das sementes, foi necessária a utilização de maior número de caixas tipo gerbox para cada lote avaliado, a fim de que as sementes não se sobrepusessem umas às outras. Essa alteração na condução do ensaio demanda mais tempo,

material e espaço físico, o que, para a rotina do LAS são variáveis importantes a serem consideradas.

Por outro lado, os testes baseados no desempenho de plântulas, como Classificação do Vigor de Plântulas (CVP), Germinação em Baixa Temperatura e Protrusão da Raiz Primária, os quais mostraram eficiência na avaliação do vigor de sementes de abóbora, possuem fácil aplicabilidade na rotina de LAS, sendo conduzidos de forma análoga ao teste padrão de germinação. É essencial, porém, que suas metodologias sejam descritas de modo perfeitamente acertado. Considerando-se o teste de CVP, a classificação de uma plântula como normal forte, fraca ou anormal deve ser objetiva, preferencialmente seguindo-se um guia de fotos ou figuras que descrevam cada categoria, por espécie ou mesmo cultivar, realizada por analistas bem treinados.

Em pesquisa científica, a escolha dos testes recai sobre o(s) objetivo(s) da investigação: desenvolver metodologia para teste de vigor, escolher dentre várias metodologias a mais adequada para determinada espécie ou quantificar variáveis após determinado tratamento de sementes, por exemplo. É o caso das fórmulas para cálculo da velocidade de germinação de sementes, as quais são utilizadas para verificar efeito de tratamentos na antecipação ou no retardamento de determinado processo. Imprescindível que sejam estabelecidos critérios para que uma semente seja considerada germinada ou uma plântula emergida.

Considera-se que seria oportuno para o estabelecimento de metodologias para testes de vigor em sementes se os profissionais que se dedicam a esse intento formassem grupos interinstitucionais a fim de unir esforços e obter resultados mais consistentes e reproduzíveis do que aqueles que comumente encontrados nos trabalhos científicos. Isso poderia auxiliar a reduzir o problema da falta de continuidade das pesquisas onde – não raro – encontra-se nas conclusões do artigo científico a indicação de um teste como sendo promissor e a sugestão de continuidade das pesquisas, o que nem sempre é efetivado.

Referências

AOSA. **Seed Vigor Testing Handbook**. Association of official Seed Analysts. Lincoln, NE, EEUU. 2002. 105 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: SNAD/CLAV, 1992, 398p.

COSTA, C.J; CARMONA, R.; NASCIMENTO, W.M. Idade e tempo de armazenamento de frutos e qualidade fisiológica de sementes de abóbora híbrida. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.1, p.127-132, 2006.

DELOUCHE, J.C. Germinação, deterioração e vigor da semente. **Seed News**, v.6, n.6, p 24-31, 2002.

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

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

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. Germination. In: ISTA. **International Rules for Seed Testing**. Bassersdorf: ISTA, 2004. p.5.1- 5.5; 5A.1- 5A.50.

ISTA. **Handbook of vigour test methods**. International Seed Testing Association. Zurich, Switzerland, 1981, 72 p.

ISTA. **International Rules for Testing Seeds**. Seed Science and Technology. 32. 2004. 403p.

KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.4.1-4.26.

LAGO, A.A.; MEDINA, P.F.; TICELLIL, M. Sementes: controle de qualidade é fundamental. Informativo ABRATES, Pelotas, v. 14, n1/2/3, 2004. p. 54-58.

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

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

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, DF: Embrapa Hortaliças, 2009. p.185-246.

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

NASCIMENTO, W.M.; MOREIRA, H.M.; MENEZES, J.E.; GUEDES, A.C. **Produção e importação de sementes de hortaliças no Brasil – 1986/1989**. Brasília: EMBRAPA/CNPH, 1994, 175p.

NASCIMENTO, W.M. Temperatura x germinação. **Seednews**, v.4, n.4, p.44-45, 2000.

TAVARES, C. Abóbora Tetsukabuto. **Seed News** 13: 24, 1999.

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