

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



Tese

Qualidade fisiológica e qualidade sanitária de sementes de cucurbitáceas

Vanessa Nogueira Soares

Pelotas, 2014

Vanessa Nogueira Soares

Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de cucurbitáceas

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 Ciências.

Orientador: Francisco Amaral Villela

Pelotas, 2014

Vanessa Nogueira Soares

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

S676q Soares, Vanessa Nogueira

Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de cucurbitáceas / Vanessa Nogueira Soares ; Francisco Amaral Villela, orientador ; Geri Eduardo Meneghello, Candida Regnia Jacobsen Farias, coorientadores. — Pelotas, 2014.

81 f.

Tese (Doutorado) — Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2014.

1. Cucurbitaceae. 2. Potencial fisiológico. 3. Sanidade. 4. Testes de vigor. I. Villela, Francisco Amaral, orient. II. Meneghello, Geri Eduardo, coorient. III. Farias, Candida Regnia Jacobsen, coorient. IV. Título.

CDD : 635.62

Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de cucurbitáceas

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

Data da Defesa: 11/08/2014

Banca examinadora:

Prof. Dr. Francisco Amaral Villela

(Orientador)

Doutor em Fitotecnia pela Universidade de São Paulo

Engº Agrº Dr. Géri Eduardo Meneghello

Doutor em Ciências pela Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Dario Munt de Moraes

Doutor em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas

Pesqa. Dra. Caroline Jácome Costa

Doutora em Ciências pela Universidade Federal de Pelotas

Dr. Jucilayne Fernandes Vieira

Doutora em Ciências pela Universidade Federal de Pelotas

**Dedico este trabalho a todos que torceram
por mim ao longo dessa jornada.**

Agradecimentos

A Deus por permitir que eu concluísse mais uma etapa importante na minha vida, uma conquista profissional e uma satisfação pessoal.

Ao meu orientador professor Francisco Amaral Villela pela orientação, atenção e auxílio durante a execução desse trabalho.

Às professoras Gizele Ingrid Gadotti e Cândida Renata Jacobsen de Farias pela ajuda e atenção dispensadas.

Ao Dr. Sabry G. Elias da Oregon State University pela orientação do estágio no exterior.

Ao Eng. Agr. Dr. Géri Eduardo Meneghello pela coorientação e auxílio fundamentais no desenvolvimento da tese.

A todos os demais professores que contribuíram para a minha formação profissional e pessoal.

A todos os meus colegas pelos bons momentos compartilhados.

Aos funcionários do Departamento de Fitotecnia, em especial àqueles do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes.

A todos estagiários que me auxiliaram em algum momento do desenvolvimento do projeto.

Aos meus pais, meus grandes incentivadores e apoiadores, meus mestres.

Ao meu noivo Daniel, pelo amor, dedicação, compreensão e auxílio.

Aos meus tios Roney e Luiza pela atenção e cuidados dedicados a mim durante o meu estágio nos Estados Unidos da América.

A todos os familiares que torceram pelo meu sucesso nessa caminhada.

Enfim, a todos que souberam compreender meus momentos de ausência, me apoiaram nas dificuldades e comemoraram as minhas vitórias,

Muito obrigada!

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê.” (Arthur Schopenhauer)

Resumo

SOARES, Vanessa Nogueira. **Desempenho fisiológico e qualidade sanitária de sementes de cucurbitáceas**. 2014. 78f. Tese (Doutorado 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, Pelotas, 2014.

Dentre as hortaliças, as espécies da família Cucurbitaceae, tais como melão, melancia, pepino e abóboras destacam-se pelo volume produzido e consumido no mundo. A maioria das cucurbitáceas de importância econômica são propagadas por sementes e produzidas para o consumo dos seus frutos. O trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho fisiológico e sanitário de sementes de melancia, abóbora e pepino para identificar os métodos mais adequados para avaliação do desempenho fisiológico dessas espécies. Para a avaliação do potencial fisiológico de sementes de melancia e de abóbora foram utilizados os testes de germinação, primeira contagem de germinação, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica, índice de velocidade de emergência e emergência de plântulas. O potencial fisiológico de sementes de pepino foi avaliado pelos testes de germinação, primeira contagem de germinação, deterioração controlada, condutividade elétrica, emergência de plântulas, índice de velocidade de emergência, envelhecimento acelerado tradicional e com solução salina por 48, 72 e 96 horas. A qualidade sanitária das sementes foi avaliada pelo método do papel filtro. Os testes de condutividade elétrica e primeira contagem de germinação foram eficientes em detectar diferenças de vigor entre lotes de sementes de melancia. O índice de velocidade de emergência e o teste de condutividade elétrica estratificaram os lotes de sementes de abóbora de forma semelhante ao teste de emergência de plântulas. Os lotes de sementes de pepino foram estratificados de maneira similar à emergência de plântulas pelos testes de deterioração controlada, primeira contagem da germinação e condutividade elétrica. O teste de condutividade elétrica com 50 sementes e 75 mL de água, a 25 °C por 24 horas permite a avaliação do potencial fisiológico de lotes de sementes de melancia, abóbora e pepino. O índice de velocidade de emergência é eficiente na classificação dos lotes de sementes de abóbora em níveis de vigor. O teste de deterioração controlada com umidade inicial das sementes de 20%, 40 °C, por 48 horas, é eficiente na detecção de diferenças de vigor entre lotes de sementes de pepino.

Palavras-chave: *Cucurbitaceae*; potencial fisiológico; sanidade; testes de vigor

Abstract

SOARES, Vanessa Nogueira. **Physiological performance and healthy quality of cucurbit seeds**. 2014. 78f. Thesis (PhD in Seeds Science and Technology) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.

Among vegetables crops species belonging Cucurbitaceae family such as melon, watermelon, cucumber and pumpkins stand out from amount produced and consumed around the world, most of cucurbitaceae species with economic importance are grown for consumption of their fruits and propagated by seeds. The aim of this work was to evaluate the physiological performance and healthy quality of watermelon, pumpkin and cucumber seeds identifying the more appropriate method to evaluate physiological performance of these species. In order to evaluate the physiological performance of watermelon and pumpkin seeds were used the tests: standard germination test, first count of germination, accelerated ageing test, electrical conductivity, emergence speed index and seedlings emergence. The physiological performance of cucumber seeds was evaluated by standard germination test, first count of germination, controlled deterioration, electrical conductivity, seedlings emergence, speed emergence index, accelerated ageing test and accelerated ageing test using NaCl solution for 48, 72 and 96 hours. Healthy quality of seeds was evaluated by blotter test. Electrical conductivity test and first count of germination were effective in detecting vigor differences between vigor of watermelon seed lots. Speed emergence index and electrical conductivity rated pumpkin seeds lots similarly to seedling emergence test. The cucumber seeds lots were ranked similarly to seedling emergence test by controlled deterioration, first count of germination e electrical conductivity tests. Electrical conductivity with 50 seeds and 75 mL of water at 25 °C for 24 hours allow the watermelon, pumpkin and cucumber seeds lots physiological performance evaluation. Emergence speed index is effective to rank pumpkin seeds lots in vigor levels. Controlled deterioration test 20% seeds moisture, 40 °C for 48 hours is effective to detect vigor differences between cucumber seeds lots.

Key-words: *Cucurbitaceae*; physiological potential; seed pathology; vigor tests

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Teor de água inicial (TA), plântulas normais (PN), anormais (PA) e sementes mortas (SM) nos testes de germinação, envelhecimento acelerado e teor de água após envelhecimento acelerado (TA EA) em lotes de sementes de melancia.....	34
Tabela 2	Primeira contagem de germinação (PCG), emergência de plântulas, índice de velocidade de emergência (IVE) e condutividade elétrica (CE) de sementes de melancia.....	35
Tabela 3	Coeficiente de correlação linear de Pearson (r) entre os testes de avaliação da qualidade fisiológicasde lotes de sementes de melancia.....	36
Tabela 4	Incidência (%) de fungos em lotes de sementes de melancia...	37
Tabela 5	Coeficiente de correlação linear de Pearson (r) entre e incidência de <i>Aspergillus</i> sp. e as variáveis de qualidade fisiológica em lotes de sementes de melancia.....	38
Tabela 6	Teor de água (TA), plântulas normais (PN), anormais (PA) e sementes mortas (SM) nos testes de germinação e envelhecimento acelerado (EA) e de teor de água após envelhecimento acelerado (TAAEA) em lotes de sementes de abóbora.....	46
Tabela 7	Primeira contagem da germinação (PCG), emergência (E), índice de velocidade de emergência (IVE) e condutividade elétrica (CE) de lotes de sementes de abóbora.....	47
Tabela 8	Coeficiente de correlação linear de Pearson (r) entre os testes de avaliação da qualidade fisiológicade lotes de sementes de abóbora.....	49
Tabela 9	Incidência (%) de fungos em lotes de sementes de abóbora.....	49
Tabela 10	Coeficiente de correlação linear de Pearson (r) entre a incidência de fungos e as variáveis de qualidade fisiológica avaliadas em lotes de sementes de abóbora Goianinha.....	50

Tabela 11	Plântulas normais (PN), anormais (PA) e sementes mortas (SM) nos testes de germinação e deterioração controlada em lotes de sementes de pepino.....	60
Tabela 12	Primeira contagem da germinação (PCG), emergência (E), índice de velocidade de emergência (IVE) e condutividade elétrica (CE) de lotes de sementes de pepino.....	61
Tabela 13	Coeficiente de correlação linear de Pearson (r) entre os testes de avaliação da qualidade fisiológica, germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), deterioração controlada (DC), índice de velocidade de emergência (IVE), condutividade elétrica (CE) e emergência (E) de lotes de sementes de pepino.....	62
Tabela 14	Germinação (%) de quatro lotes de sementes de pepino, após três períodos de envelhecimento acelerado tradicional (EA) e com solução salina (EASS).....	63
Tabela 15	Teor de água (%) inicial e após os períodos de envelhecimento acelerado tradicional (EA), envelhecimento acelerado com solução salina (EASS) e teste de deterioração controlada (DC) de lotes de pepino.....	65
Tabela 16	Incidência (%) de fungos em lotes de sementes de pepino....	66
Tabela 17	Coeficiente de correlação linear de Pearson (r) entre a incidência de fungos e as variáveis de qualidade fisiológica avaliadas em lotes de sementes de pepino.....	67

Sumário

Introdução.....	12
Revisão bibliográfica.....	14
Capítulo 1.....	29
Introdução.....	30
Material e métodos.....	31
Resultados e discussão	33
Conclusão	39
Capítulo 2.....	40
Introdução.....	41
Material e métodos.....	42
Resultados e discussão	45
Conclusão.....	51
Capítulo 3.....	52
Introdução.....	53
Material e métodos.....	54
Resultados e discussão.....	57
Conclusão.....	67
Conclusões gerais	68
Referências.....	69

1. INTRODUÇÃO

As hortaliças apresentam grande importância na dieta humana por fornecerem vitaminas e sais minerais essenciais a uma alimentação equilibrada. Porém, o consumo *per capita* de hortaliças no Brasil é de aproximadamente 40 kg por ano, valor abaixo do recomendado pela Organização Mundial de Saúde, de aproximadamente 146 kg *per capita* por ano. A cadeia produtiva de hortaliças é de importância social acentuada para o país por ser geradora de empregos, além de ser rentável e produtiva.

Dentre os principais cultivos olerícolas, destacam-se as espécies da família *Cucurbitaceae*, tais como melão, melancia, pepino e abóboras. A maior parte das espécies dessa família é cultivada pelos seus frutos, porém fibras e fitoterápicos também são subprodutos dessas espécies.

Para que haja produção suficiente para atender à demanda por esses produtos, é necessária a utilização de sementes de elevada qualidade, o que inclui atributos de qualidade genética, física, fisiológica e sanitária para que os agricultores possam usufruir do potencial das cultivares. No entanto, o potencial fisiológico das sementes é fundamental para o estabelecimento das plantas no campo, podendo a velocidade de germinação e a emergência de plântulas determinar o desenvolvimento inicial das plantas, tanto para semeadura no campo como para o transplante de mudas.

Além da utilização de sementes com elevado potencial fisiológico, é necessário que essas sementes apresentem a mínima incidência de patógenos, pois a presença de agentes causadores de doenças pode afetar o vigor, reduzir a emergência e o estabelecimento das plantas no campo, além de oferecer risco no armazenamento.

O sucesso da produção de sementes de hortaliças baseia-se em três fatores principais que são a disponibilidade de cultivares, condições climáticas específicas para cada espécie e uso de adequada tecnologia de produção. No entanto, a disponibilidade de materiais resistentes e/ou tolerantes a doenças e

condições climáticas adequadas para o desenvolvimento da espécie contribuem para a produção de sementes com alta qualidade sanitária.

Sementes podem ser infestadas e/ou infectadas por patógenos tanto no campo quanto no armazenamento. A invasão dos tecidos das sementes por microrganismos pode levar à redução do vigor, apodrecimento e morte das sementes. A presença de patógenos nas sementes, independentemente da sua transmissão ou não, pode comprometer o estabelecimento das plântulas, resultando em um estande de plantas inadequado no campo. Todavia, a utilização de sementes de baixa qualidade fisiológica pode favorecer o ataque mais severo de fungos e bactérias às sementes, comprometendo a emergência de plântulas e o desenvolvimento inicial.

O trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho fisiológico e qualidade sanitária de sementes de melancia, abóbora e pepino para identificar os métodos mais adequados para avaliação do desempenho fisiológico das sementes.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Consumo e produção de hortaliças

Nos últimos anos no Brasil, tem se dado muita atenção aos cultivos de milho e soja devido ao seu alto impacto na balança comercial e no PIB (produto interno bruto) brasileiro. No entanto, as hortaliças não recebem a mesma atenção, apesar de terem grande importância socioeconômica no país gerando 12 vezes mais empregos diretos por hectare do que as culturas do milho e da soja (LOPES e NASCIMENTO, 2009).

Devido à sua importância nutricional como fontes de vitaminas e sais minerais que auxiliam no equilíbrio da nutrição diária assegurando mais saúde aos consumidores (LUENGO et al., 2011), as hortaliças ocupam espaço cada vez maior na alimentação diária de grande número de pessoas em todo o mundo.

No Brasil, o consumo médio *per capita* de hortaliças é de 27 kg por ano (SILVEIRA et al., 2011) a FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) e a WHO (World Health Organization- Organização Mundial da Saúde) recomendam o consumo mínimo de 400 g por dia ou entre 6 a 7 % das calorias totais de uma dieta de 2.300 kcal diárias ou ainda 5 porções diárias de frutas e hortaliças (WHO, 2003).

Cultivadas em aproximadamente 800 mil hectares, no Brasil, e com uma produção média de 23,5 toneladas por hectare, as hortaliças correspondem a uma produção maior que 18.000 toneladas por ano (IBGE, 2013). A indústria de sementes de hortaliças está na base desse setor produtivo, constituindo a peça-chave no desenvolvimento da produção de hortaliças no Brasil para a garantia da oferta, do consumo atual e o aumento da demanda (BOTELHO, 2009).

2.2. Hortaliças da família Cucurbitaceae

Cucurbitaceae é historicamente uma das famílias mais importantes de plantas utilizadas para a produção de alimentos, fibras e fitoterápicos (MONTES-HERNANDEZ e EGUIARTE, 2002; CARDOSO, 2003). A família possui mais de 100 gêneros, contabilizando mais de 800 espécies. Dentre esses, nove gêneros e cerca de 30 espécies são utilizadas para fins econômicos, destacando-se

espécies de abóboras, pepinos, melões, melancias, chuchus, buchas vegetais e porongos, que são predominantemente cultivadas pelos seus frutos (BARBIERI et. al., 2007) as Cucurbitáceas desempenham são importantes na alimentação humana, especialmente nas regiões tropicais onde o consumo é muito elevado, (ALMEIDA, 2002). As cucurbitáceas representam no contexto geral da horticultura, uma parte significativa do volume comercializado de hortaliças (MAVI e DEMIR, 2005; PENALOZA et al., 2005; BRAZ et al., 2008; DEMIR, 2008).

As principais culturas de cucurbitáceas tais como melancias, pepinos, melões e abóboras representam 20% da produção total de produtos olerícolas no mundo, assumindo proporção semelhante à das principais solanáceas, excluída a batata (ALMEIDA e GOMES, 2004). Dentre as diversas espécies de cucurbitáceas, a melancia é a principal cultura em nível mundial com cerca de 40% da produção total da família, seguida do pepino, com 27%. As outras espécies, como melões e abóboras representam 20 e 12% da produção mundial de membros da família, respectivamente (ALMEIDA, 2002). Segundo dados da Associação Brasileira de Comércio de Sementes e Mudas (ABCSEM, 2014), dentre as dez espécies de hortaliças mais produzidas no Brasil, encontram-se quatro cucurbitáceas, a saber: melancia com 3,4 milhões de toneladas, abobrinhas com 627 mil toneladas, pepino com 565 mil toneladas e abobrinha japonesa com 540 mil toneladas aproximadamente. Em 2010 a Associação publicou dados de valor de varejo e, a melancia e as abobrinhas figuravam entre as dez espécies de maior valor movimentado de aproximadamente 4,45 e 1,88 milhões de reais por ano, respectivamente.

No negócio sementes, melões, melancia, abóbora japonesa e pepino aparecem entre as dez hortaliças com maior valor de comercialização de sementes (ABCSEM, 2010). Essas cucurbitáceas estão listadas em ordem decrescente de grandeza: melões (27,4 milhões de reais), melancia (23,3 milhões de reais), abobrinha japonesa (10,5 milhões de reais) e pepino (9,8 milhões de reais).

2.3. Qualidade de sementes

Para atender à demanda de alimentos e melhorar o rendimento dos cultivos no campo, é necessário dispor de sementes de elevada qualidade. A qualidade das sementes utilizadas é um dos fatores fundamentais para o sucesso dos cultivos agrícolas, afetando o rendimento e a qualidade do produto final (BOLIGON et al., 2010). Essa característica é o somatório dos atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários que afetam a sua capacidade de originar plantas de alta produtividade (POPINIGIS, 1985).

A qualidade genética envolve principalmente a pureza varietal. A utilização de sementes com esse atributo permite que as plantas reproduzam as características selecionadas pelo melhorista (potencial de produtividade, resistência a pragas, precocidade, qualidade do grão ou fruto e resistência a condições adversas de solo e clima, entre outros) e originem um produto com os atributos esperados pelo agricultor e consumidor (PESKE e BARROS, 2007).

A qualidade física da semente é determinada pela aparência, integridade física, grau de contaminação com sementes de outras espécies e com material inerte, tais como pedras, partículas de solo, restos de plantas, etc. (PESKE e BARROS, 2007). De acordo com Peske et al. (2012), os principais atributos da qualidade física das sementes incluem pureza física, umidade, ausência de danos, ausência de danos mecânicos, peso volumétrico, massa de 1000 sementes e aparência.

A capacidade de desenvolver funções vitais tais como germinação, vigor e longevidade determinam a qualidade fisiológica das sementes (POPINIGIS, 1985). Alta germinação e vigor são essenciais para que haja um adequado estabelecimento das plantas em campo e altas produtividades. Os produtores de mudas de hortaliças também necessitam de sementes de alta qualidade fisiológica para a obtenção de alta germinação, maior uniformidade e vigor das plântulas produzidas em bandejas para posterior transplântio (NASCIMENTO, 2002).

Existem diferentes conceitos de germinação do ponto de vista de tecnologia de sementes. Para Marcos Filho (2005), germinação é uma sequência ordenada de eventos metabólicos que resulta no reinício do desenvolvimento do

embrião, originando uma plântula. Segundo o conceito formulado por Copeland e McDonald (1995), germinação de uma semente é a reativação do crescimento do embrião, resultando na ruptura da cobertura da semente e na emergência da plântula. Outro ponto importante a considerar é que a germinação de sementes origine plântulas normais com habilidade de estabelecerem-se em campo e resultarem em plantas com potencial produtivo.

No entanto, o estabelecimento em campo, em condições adversas, não depende somente da germinação. Nessa situação, o vigor das sementes é fundamental para adequado desempenho fisiológico. Segundo a AOSA (Association of Official Seed Analysts, 2009), o vigor é definido como as propriedades das sementes que determinam o potencial para a emergência rápida e uniforme e o desenvolvimento de plântulas normais sob diferentes condições de campo.

A emergência de plântulas no campo pode variar em função do vigor das sementes, mesmo para lotes com alta percentagem de germinação (MALONE et al., 2008; CHACHALIS et al., 2008). Estudos sobre o vigor de sementes são importantes para a agricultura, pois permitem a obtenção de estimativas do potencial fisiológico das sementes, com a identificação de diferenças significativas entre lotes geralmente não detectadas pelo teste de germinação (RAMOS et al., 2004). A avaliação do potencial fisiológico fornece dados a respeito do desempenho das sementes no armazenamento e no campo. A utilização de sementes com alto potencial fisiológico é necessária para que ocorra germinação rápida e uniforme, uma vez que o vigor das sementes influencia o desenvolvimento inicial das plantas (CASAROLI et al., 2009). As informações sobre o vigor são mais importantes para sementes de maior valor comercial, como as hortaliças (ABDO et al., 2005). Porém, o efeito do vigor pode ser reduzido com a evolução do crescimento, afetando ou não a produção, dependendo do órgão da planta explorado comercialmente e do estágio em que é efetuada a colheita (FRANZIN et al., 2005; TORRES e MARCOS FILHO, 2005; DEMIR, 2008).

As reduções de produtividade de muitas culturas pela incidência de patógenos que prejudicam o processo germinativo das sementes após a semeadura no campo podem ser muito significativas (ALFENAS et al., 2007).

Para determinadas doenças, as sementes portadoras de seus agentes causais constituem a única forma de perpetuação e disseminação na natureza dos patógenos (CASAROLI et al., 2005).

Culturas de hortaliças, sem exceção, estão sujeitas a várias doenças e, muitas vezes cultivadas em casa de vegetação ou multiplicadas por mudas produzidas em casa de vegetação, ficam expostas a um microclima e condições favoráveis à ocorrência de doenças (VIDA et al., 2004). Assim, a produção econômica de muitas hortaliças depende, principalmente, do uso de medidas de controle eficientes, sendo o emprego de sementes sadias uma dessas medidas (PEREIRA et al., 2005).

A presença de patógenos nas sementes, independentemente de sua transmissibilidade, pode afetar o vigor e o rendimento em campo (ZORATO; HENNING, 2001; LUZ, 2003). Elevadas porcentagens de sementes infestadas e/ou infeccionadas por fungos e/ou bactérias estão associadas a um decréscimo no poder germinativo e menor desenvolvimento das plântulas nos estádios iniciais (AVILA et al., 2009). Esse efeito é mais pronunciado ao se tratar de organismos que colonizam os tecidos das sementes (CASAROLI et al., 2006). Por outro lado, a redução do vigor decorrente de fatores não infecciosos pode predispor essas estruturas à ação mais severa de patógenos (MACHADO, 1994; MENTEN, 1995). Assim, o uso de sementes com menor vigor pode ter reflexos negativos dos mais variáveis, considerando-se não somente menor desempenho das plantas em termos de estande como, também, a maior vulnerabilidade dessas sementes ao ataque de patógenos (CASAROLI et al., 2006).

Fungos de sementes podem ser responsáveis, além da transmissão de doenças para a parte aérea e radicular da plântula, pelo decréscimo na qualidade fisiológica das sementes e morte de plântulas (MERTZ et al., 2007).

O uso de sementes de alta qualidade sanitária e fisiológica é de grande importância na implantação da lavoura, sendo responsável pelo sucesso do empreendimento (TORRES et al., 1999). Com base no exposto, o objetivo de um programa produção de sementes deve ser a obtenção de sementes na quantidade demandada pelo setor produtivo, com qualidade fisiológica, física e sanitária para que possam expressar no campo o seu potencial genético (BARROS et al., 2002).

2.4 Testes de vigor para cucurbitáceas

De acordo com Marcos Filho (2005), os objetivos dos testes de vigor são: avaliar ou detectar diferenças significativas na qualidade de lotes com germinação semelhante, complementando o teste de germinação, e distinguir ou classificar com segurança os lotes em diferentes níveis de vigor, de maneira proporcional à emergência de plântulas em campo. Os resultados dos testes de vigor indicam quais os lotes com maior potencial para apresentar melhor desempenho em campo, produção de mudas em bandejas ou durante o armazenamento (LOPES e NASCIMENTO, 2009).

A maioria dos testes de vigor não possui metodologia padronizada, por isso não são contemplados pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), apesar disso, esses testes são utilizados pelas empresas produtoras de sementes com inúmeras finalidades, sendo a principal delas a determinação do potencial fisiológico das sementes (MARCOS FILHO, 2005). Todo programa de controle de qualidade na produção de sementes de uma determinada espécie deve incluir o vigor como característica a ser avaliada, sob condições de laboratório (CARNEIRO, 2011).

Segundo McDonald (1975), os testes de vigor podem ser classificados em físicos, fisiológicos, bioquímicos e de resistência. Os testes físicos avaliam aspectos morfológicos ou características físicas das sementes possivelmente associadas ao vigor. Alguns exemplos de testes físicos utilizados atualmente são: massa unitária das sementes, densidade das sementes e teste de raios X. Os testes fisiológicos determinam atividades fisiológicas específicas, cuja manifestação depende do vigor, tais como: primeira contagem da germinação, velocidade de germinação ou emergência de plântulas, transferência de matéria seca e crescimento de plântulas. Os testes bioquímicos avaliam alterações bioquímicas relacionadas ao vigor, alguns exemplos são: teste de tetrazólio, teste de condutividade elétrica, teste de lixiviação de potássio e teste de respiração. Os testes de resistência avaliam o desempenho das sementes expostas a estresses, os mais utilizados são envelhecimento acelerado, teste de frio, germinação a baixas temperaturas e teste de deterioração controlada.

2.4.1 Primeira contagem da germinação

A primeira contagem da germinação (PCG), realizada normalmente para facilitar a condução do teste de germinação, pode ser considerada um teste de vigor, pois, sabe-se que, no processo de deterioração, a velocidade de germinação decai antes da porcentagem de germinação. O teste de primeira contagem da germinação é realizado em conjunto com o teste de germinação, expressando-se com a percentagem de plântulas normais no dia da primeira contagem da germinação, o que varia de espécie para espécie (BRASIL, 2009). Segundo Bhering et al. (2003), a primeira contagem nos testes de germinação pode ser utilizada como teste de vigor, pois à medida que a deterioração das sementes avança, inversamente, a velocidade de germinação é reduzida.

O vigor de um lote de sementes pode ser avaliado pelo teste de primeira contagem da germinação, porque está associado à energia germinativa da semente (MARTINELLI-SENEME et al., 2004). Carvalho e Nakagawa (2012) afirma que esse teste avalia indiretamente a velocidade de germinação das sementes. Assim, a primeira contagem, muitas vezes, expressa melhor as diferenças de velocidade de germinação entre os lotes do que os índices de velocidade de germinação. Dessa forma, pode-se dizer que os lotes que germinam mais rapidamente, apresentando valores mais elevados de germinação na primeira contagem, podem ser considerados mais vigorosos do que aqueles de germinação mais lenta (MATTHEWS, 1980). De acordo com Bhering et al. (2000), esse teste pode ser utilizado para obter informações preliminares sobre o potencial fisiológico de lotes de sementes de pepino e de melancia (ALMEIDA et al., 2010) devido à sua simplicidade e eficiência. No entanto, Cardoso (2003) verificou que o teste de PCG detectou diferenças apenas entre os lotes de maior e menor potencial fisiológico. Esse resultado justifica-se pelo fato de que a redução da velocidade de germinação não está entre os primeiros eventos do processo de deterioração das sementes (CASAROLI et al., 2009). Esse teste pode não ser muito sensível a pequenas diferenças de vigor em lotes, contudo é um teste de fácil realização.

2.4.2. Condutividade elétrica

O teste de condutividade elétrica (CE) baseia-se no princípio de que, com o processo de deterioração, ocorre a lixiviação dos constituintes celulares das sementes embebidas em água, devido à perda da integridade dos sistemas de membranas celulares. Baixa CE significa alta qualidade da semente e alta condutividade, ou seja, maior saída de lixiviados da semente (açúcares, aminoácidos, ácidos graxos, enzimas e íons inorgânicos) significa baixa qualidade da semente (VIEIRA e KRZYZANOWSKI, 1999; PANOBIANCO e MARCOS FILHO, 2001 e MARCOS FILHO e NOVEMBRE, 2009). A organização das membranas celulares das sementes sofre alterações durante o processo de maturação fisiológica, do período de dessecação até a colheita e da embebição de água até a germinação (VIEIRA e KRZYZANOWSKI, 1999). Assim, após atingir o ponto de maturidade fisiológica, a semente passa para uma condição de baixo grau de umidade, que pode variar em função das condições ambientais, principalmente em relação à umidade relativa do ar.

Durante o processo de secagem, as sementes podem sofrer uma desorganização estrutural. Desta forma, quanto menor o teor de água, maior a desorganização celular, resultando em redução da integridade das membranas. A danificação e/ou a desorganização das membranas geralmente estão associadas ao processo de deterioração da semente, causando redução do vigor da semente. De acordo com Vieira e Krzyzanowski (1999), a integridade das membranas celulares, variável em função do grau de alterações bioquímicas deteriorativas e/ou danos físicos, pode ser considerada como causa fundamental de alterações do nível de vigor de uma semente, podendo ser indiretamente avaliada levando em conta as determinações de condutividade elétrica na solução de embebição das sementes. Até o momento, ainda não existe padronização para este teste para sementes de hortaliças, no entanto, a AOSA recomenda o teste de CE como teste de vigor para sementes de ervilha e o sugere para as de soja (AOSA, 2009).

Vieira e Dutra (2006), visando estabelecer uma metodologia específica para o teste de CE em sementes de abóbora, avaliaram dois volumes (50 e 75 mL) de água, três temperaturas (20, 25 e 30°C) e oito períodos (1, 2, 4, 8, 12, 16, 20 e 24 horas) de embebição. Após a análise dos dados, os autores

concluíram que o teste de CE possui potencial para ser utilizado como indicador do vigor de lotes de sementes de abóbora e que a condição mais adequada para o teste é a utilização de 50 sementes em 75 mL de água por oito horas, à temperatura de 25 °C. Para sementes de abobrinha, Dutra e Vieira (2006) recomendam que o teste de CE seja conduzido em 75 mL de água, com período de embebição de oito horas, a 30 °C. Para avaliar o potencial fisiológico de sementes de melancia, Almeida et al. (2010) utilizaram o teste de CE massal, com 50 sementes, 50 mL de água deionizada, temperatura de 25 °C, por 24 h, conseguindo estratificar os lotes em diferentes níveis de vigor de maneira semelhante à emergência de plântulas. Abdo et al. (2005) recomendam que o teste de CE para pepino seja realizado a 25 °C com 50 mL de água por 12 h ou com 75 mL de água por 12 ou 18h.

2.4.3. Envelhecimento acelerado

O teste de envelhecimento acelerado (EA) foi desenvolvido por Delouche em 1965 para sementes de trevo e festuca. O teste baseia-se no aumento da deterioração das sementes quando expostas a condições adversas de alta temperatura e umidade relativa (MARTINELLI-SENEME et al., 2004).

Segundo Marcos Filho (2005), se as sementes são expostas simultaneamente à temperatura e umidade elevadas ocorrem sérias alterações degenerativas no metabolismo, tais como a desnaturação de proteínas, redução nos teores de carboidratos totais, carboidratos solúveis, proteínas solúveis e de fosfatos, aumento dos teores de açúcares redutores e ácidos graxos livres, desestabilização da atividade de enzimas e da síntese de RNA e de proteínas, perda de integridade do sistema de membranas celulares, causadas principalmente pela peroxidação de lipídios. Assim como, condições de alta temperatura e umidade podem causar danos às membranas das mitocôndrias, promovendo decréscimo da respiração aeróbica e da produção de ATP, fatores que indicam a intensidade da respiração e da disponibilidade de energia para o processo germinativo (MARCOS FILHO, 2005). O teste de envelhecimento acelerado pode ser um indicativo da longevidade das sementes e do seu potencial de armazenamento (DELOUCHE, 1965). A interação entre temperatura e período de exposição das sementes são os fatores mais

importantes para a eficiência do teste (BHERING et al., 2003). Assim, muitas pesquisas são desenvolvidas na tentativa de estabelecer uma metodologia eficazes de envelhecimento acelerado para diversas espécies.

Para espécies de cucurbitáceas, existem algumas recomendações para o teste de envelhecimento acelerado: para melão, 45 °C por 192 horas (PESIS e TIMOTHY, 1983) ou 120 horas (DEMIR et al., 2004) e 41 °C por 72 horas (TORRES e MARCOS FILHO, 2005 e TORRES et al., 2009); para melancia, 41 °C por 48 horas (BHERING et al., 2003); para abóbora, 41 °C por 96 horas (DUTRA e VIEIRA, 2006) ou 41 °C, por 48 e 72 horas (MALONE et al., 2008) e, para pepino, 45 °C, por 96 horas (DEMIR et al., 2004 e DEMIR e MAVI, 2008) ou 41 °C por 72 h com utilização de solução saturada de NaCl (ABDO et al., 2005). Diferentes temperaturas e períodos de exposição são sugeridos para a mesma espécie por autores distintos ou até mesmo pelos mesmos autores, demonstrando a dificuldade em estabelecer uma metodologia padronizada para o teste de envelhecimento acelerado para essas espécies.

2.4.4. Deterioração controlada

O teste de deterioração controlada (DC) é similar ao teste de envelhecimento acelerado quanto ao princípio, no entanto, a metodologia incorpora um maior controle do teor inicial de água da semente durante o período do teste de deterioração. No teste de DC, o teor de água de todos os lotes é ajustado antes do início do período de deterioração (HAMPTON e TEKRONY, 1995) garantindo maior controle do teor de água durante o período de deterioração (ROSSETTO e MARCOS FILHO, 1995). Primeiramente é determinado o teor de água inicial das sementes, que são posteriormente acondicionadas para absorverem água de forma lenta em temperatura de 20 °C até atingirem o teor de água indicado para cada espécie para condução do teste, diferentemente do que ocorre no teste de envelhecimento acelerado, situação na qual as sementes são expostas a temperatura e umidade elevadas, proporcionando diferença na intensidade e velocidade de absorção de água. Por essas razões, Alves et al. (2011) consideram o teste de deterioração controlada promissor na separação de lotes de sementes com distintos níveis de vigor. O teste de DC possui metodologia minuciosa, porém de simples execução, o que possibilita seu uso para detectar diferenças no vigor entre lotes de sementes, em

especial para as sementes pequenas e também para estimar o potencial de armazenamento de sementes de hortaliças. Para cucurbitáceas, alguns autores observaram resultados consistentes para avaliação do vigor das sementes de melancia, empregando-se 24 % / 41 °C / 48 h (BHERING et al., 2003); melão, 21 % / 45 °C / 72h (OLUOCH e WELBAUM, 1996) ou 24 % 45 °C e 48 h (BHERING et al., 2004). pepino, 24 % /45 °C /48h (BHERING et al., 2000) e 20 % a 40 °C / 48 h (PANDEY et al., 1990).

2.4.5. Emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência

Se a semeadura ocorre em condições favoráveis, o teste de germinação em laboratório fornece resultado aproximado ao obtido no campo. No entanto, se as sementes são expostas a condições ambientais menos favoráveis, a emergência das plântulas pode diferir do teste de germinação em laboratório (GAGLIARDI e MARCOS FILHO, 2011). De acordo com Souza et al. (2013), o vigor representa a quantidade de energia que uma semente dispõe para uma germinação rápida e uniforme e um bom estabelecimento de plântulas sob diversas condições ambientais. Os testes de vigor baseados no desenvolvimento inicial de plântulas, tais como velocidade de germinação, primeira contagem da germinação e crescimento de plântulas possuem baixo custo e não necessitam de equipamentos especiais (PESKE et al., 2012). No entanto, são conduzidos sob condições controladas de laboratório, o que os torna pouco sensíveis para detectar pequenas diferenças de vigor entre os lotes de sementes. Cardoso (2003) afirma que lotes de sementes que possuem maior vigor, avaliado principalmente pelo índice de velocidade de emergência, resultam na obtenção de mudas mais precoces e mais uniformes e de plântulas que ficam menos tempo expostas a condições adversas, como tombamento.

O desenvolvimento e calibração de testes de vigor são realizados buscando metodologias eficientes para diferenciar lotes de sementes de diversas espécies, servindo a emergência de plântulas como parâmetro na classificação dos lotes quanto ao seu desempenho fisiológico. Para cucurbitáceas, os testes de germinação em temperatura subótima para sementes de abóbora (BOLIGON et al., 2010) e de envelhecimento acelerado

para sementes de mogango (MALONE et al., 2008) foram recomendados com base nos resultados obtidos na emergência de plântulas. Os testes de emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência podem e geralmente são avaliados em conjunto, o que facilita a execução e fornece resultados de dois testes de vigor simultaneamente.

2.5 Principais gêneros de fungos transportados por sementes de cucurbitáceas

As sementes podem servir de abrigo e meio de transporte para microrganismos ou agentes patogênicos de todos os grupos taxonômicos, causadores ou não de doenças. Do ponto de vista ecológico, esses agentes podem ser agrupados em organismos de campo, onde predominam espécies fitopatogênicas, e organismos de armazenamento, com pequeno número de espécies que causam deterioração de sementes nesta fase (BRASIL, 2009). Dentre os organismos patogênicos de sementes, os fungos englobam o maior número de espécies associadas às sementes, seguidos pelas bactérias, vírus e nematoides.

A associação de microrganismos patogênicos em sementes pode ocorrer de duas maneiras: infestação e infecção (NEERGAARD, 1979). A infestação (contaminação) pode ocorrer por adesão passiva à superfície das sementes, sendo que em fungos geralmente ocorre por meio de esporos. Por outro lado, a infecção ocorre através da presença do inóculo nos tecidos das sementes, seja em estruturas superficiais ou mais internas, localizadas no embrião. Em casos em que o microrganismo encontra-se em mistura com as sementes (contaminação concomitante), constituindo a fração de impurezas das sementes, fragmentos vegetais, sementes de plantas invasoras e partículas do solo são classificados como infestação (NEERGAARD, 1979; AGARWAL E SINCLAIR 1987). Apesar da distinção que se faz entre os tipos de interação de inóculo com as sementes, um mesmo patógeno pode estar presente em um lote sob uma ou mais dessas formas de associação (BRASIL, 2009).

Nas espécies de cucurbitáceas, os principais gêneros de fungos que podem ser transmitidos por sementes são: *Didymella* sp., *Fusarium* sp., *Rhizoctonia* sp., *Pythium* sp., *Colletotrichum* sp., *Cercospora* sp. e *Alternaria* sp. O fungo *Didymella bryoniae*, responsável pela ocorrência do crestamento gomoso do caule, pode ser transmitido por sementes de melancia, melão e pepino. *Cercospora* sp. e *Alternaria* sp. são causadores de murchas em cucurbitáceas e plantas de melancia podem sofrer murcha de fusarium causada por *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum* (ZITTER et al., 1996). A ocorrência de podridão do colo e/ou das raízes em cucurbitáceas está associada à *Rhizoctonia* sp., *Pythium* sp. e *Fusarium* sp. A antracnose, doença comum em melancia, melão e pepino e que raramente causa danos em abóbora, tem como agente causal o fungo *Colletotrichum gloeosporioides* f. sp. *cucurbitae*.

De acordo com o Manual de Análise Sanitária de Sementes/ apêndice da RAS (BRASIL, 2009), alguns fungos considerados não patogênicos, como os de armazenamento e os contaminantes possuem ampla gama de hospedeiros. Os fungos de armazenamento mais comumente associados às sementes são *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp. Os fungos dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* ocorrem com frequência em sementes recém-colhidas e apesar das baixas percentagens de ocorrência, sobrevivem e proliferam-se em ambientes com baixa umidade, causando a deterioração de sementes, preferencialmente o embrião, reduzindo a viabilidade e ocasionando a perda do valor comercial das sementes (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012). As espécies de contaminantes encontradas mais frequentemente em sementes são: *Alternaria alternata*, *Chaetomium* sp., *Cladosporium* sp., *Curvularia* sp., *Epicoccum purpurascens*, *Nigrospora* sp., *Rhizopus stolonifer*, *Trichoderma* sp., *Trichothecium* sp. e *Periconia* sp.

2.6. Qualidade sanitária de sementes de hortaliças e sua relação com o desempenho fisiológico

A sanidade de sementes é ameaçada com a presença de microrganismos após o ponto de maturidade fisiológica ou no armazenamento das sementes, elevadas porcentagens de sementes infectadas estão associadas a um decréscimo no poder germinativo e menor desenvolvimento das plântulas nos

seus estádios iniciais (MERTZ et al., 2007). Fungos associados às sementes podem ser responsáveis pela transmissão de doenças na parte aérea e radicular e pelo decréscimo do desempenho fisiológico das sementes e morte de plântulas.

Pesquisas que tentam relacionar a incidência de fungos com a qualidade fisiológica das sementes de hortaliças mostraram resultados divergentes. Enquanto Muniz e Porto (1999) encontraram interferência negativa de *Alternaria* sp. em sementes de cenoura, outros autores observaram que a presença de bactérias e dos fungos *Aspergillus niger* e *A. flavus* não afetaram de forma negativa a qualidade fisiológica de sementes de tomate (TORRES et al., 1999). Da mesma forma, Casaroli et al. (2006) não encontraram interferência negativa dos fungos *Fusarium oxysporum*, *Alternaria alternata*, *Penicillium digitatum*, *Cladosporium cucumerinum*, *Aspergillus niger*, *Rhizopus stolonifer* e *Phoma* na qualidade fisiológica de sementes de abóbora, variedade Menina. Para esses autores, muitas vezes, os resultados são divergentes porque trabalha-se com organismos vivos, os quais dependem da associação de fatores intrínsecos e extrínsecos na expressão do efeito causado.

Diante do exposto, fica evidente a importância das hortaliças na produção agrícola do país, com destaque para as cucurbitáceas que representam uma porção expressiva do mercado hortícola. Visto que a propagação dessas espécies ocorre via sementes, os produtores de melancia, melão, pepino e abóbora, dentre outras, necessitam dispor de sementes com alta qualidade para assegurar o primeiro passo de produção dessas espécies. Sabendo-se que a qualidade de sementes é formada pelos atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários, somente a escolha por uma variedade mais produtiva ou que possua determinada característica exigida pelos consumidores não garante sucesso ao agricultor. A viabilidade das sementes é geralmente avaliada pelo teste de germinação; no entanto, esse teste não fornece informações prévias do desempenho dessas sementes em campo ou em condições adversas.

No decorrer do tempo, diversos trabalhos científicos foram publicados na tentativa de estabelecer metodologias apropriadas para testes de vigor para as mais variadas espécies vegetais. O mesmo ocorreu para as hortaliças e, conseqüentemente, para as cucurbitáceas. Por outro lado, para análise sanitária

de sementes, emprega-se o teste de incubação em substrato de papel, recomendado pelo Manual de Análise Sanitária de Sementes, anexo do Capítulo 9 das Regras para Análise de Sementes. A associação de fungos causadores de doenças e/ou de armazenamento, na maioria dos casos, é prejudicial ao desempenho das sementes podendo causar a morte de sementes e plântulas. No entanto, estudos que relacionem o desempenho fisiológico de sementes com a qualidade sanitária ainda são escassos, especialmente tratando-se de espécies de hortaliças.

Capítulo 1

Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de melancia

Introdução

A melancia (*Citrullus lanatus*), pertencente à família *Cucurbitaceae*, é uma das principais hortaliças de frutos propagadas por sementes, representando aproximadamente 40% do total da produção mundial de cucurbitáceas (ALMEIDA, 2002). O cultivo dessa espécie inicia-se com a semeadura em campo ou pela produção de mudas, sendo, em ambos os casos, essencial a utilização de sementes de alta qualidade, destacando os atributos fisiológicos e sanitários.

Considerando que a maioria do cultivo de melancia é realizado por pequenos agricultores (IBGE, 2012), a importância da comercialização de sementes livres de patógenos e que correspondam a um adequado estande no campo é ressaltada.

Sementes com alto potencial fisiológico são necessárias para que ocorra germinação rápida e uniforme, uma vez que o vigor das sementes influencia o desenvolvimento inicial das plantas (CASAROLI et al., 2009). As informações sobre o vigor assumem elevada importância, especialmente para sementes de maior valor comercial, como as hortaliças (ABDO et al., 2005).

No entanto, para assegurar adequado estande inicial, é necessário que as sementes, além de apresentarem elevado desempenho fisiológico, possuam alta qualidade sanitária. A incidência de patógenos em sementes pode estar diretamente relacionada à redução do poder germinativo e do vigor, afetando o estabelecimento das plantas em campo. Culturas de hortaliças são muito vulneráveis à ocorrência de doenças. Assim, a produção viável dessas espécies depende do uso de sementes de elevada qualidade fisiológica e sanitária. Desta forma, o objetivo do capítulo foi avaliar a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de melancia, identificando o método mais adequado para avaliação do vigor de sementes de melancia.

Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório Didático de Análise de Sementes e em casa de vegetação do Departamento de Fitotecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas. Foram utilizados quatro lotes de sementes de melancia (*C. lanatus*), cultivar Crimson Sweet, não tratadas.

Teor de água: determinado pelo método de estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$ por 24 horas. Foram utilizadas duas subamostras de 5 g de sementes inteiras, segundo as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Avaliação do desempenho fisiológico

Teste de germinação: conduzido em substrato de papel, com quatro subamostras de 50 sementes para cada repetição, para cada lote. Para tanto, as sementes foram semeadas uniformemente entre três folhas de papel germiteste previamente umedecidas com quantidade de água destilada equivalente a 2,5 vezes a massa do substrato seco. Posteriormente, as folhas contendo as sementes foram acondicionadas na forma de rolo e colocadas no germinador em posição vertical a 25°C . As avaliações foram realizadas aos cinco e aos quatorze dias após a semeadura (DAS) e os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais e anormais e sementes mortas (BRASIL, 2009).

Primeira contagem da germinação (PCG): conduzido juntamente com o teste de germinação, computando-se o percentual médio de plântulas normais, aos cinco DAS (BRASIL, 2009).

Envelhecimento acelerado (EA): realizado empregando-se a metodologia proposta por Bhering et al. (2003). Uma camada única de sementes foi colocada sobre uma tela metálica acoplada em caixa plástica tipo gerbox contendo, ao fundo, 40 mL de água. As caixas tampadas foram mantidas em câmaras tipo BOD, à temperatura de 41°C durante o período de 48 horas. Após esse período, foi determinado o teor de água das sementes e, quatro subamostras de 50 sementes por repetição foram avaliadas pelo teste de germinação, computando-se a porcentagem de plântulas normais e anormais e sementes mortas obtidas aos cinco DAS.

Condutividade elétrica (CE): conduzido pelo método massal, com quatro subamostras de 50 sementes da porção sementes puras de cada lote, pesadas com precisão de quatro casas decimais (0,0001g) para cada repetição. Em seguida, as sementes foram colocadas em copos plásticos contendo 75 mL de água deionizada e mantidas em câmara de germinação, tipo BOD, à temperatura de 25 °C, por 24 horas de embebição. Após esse período, a CE da solução foi determinada em condutivímetro DIGIMED®, modelo 32 e os resultados foram expressos em $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ de sementes. A leitura foi realizada logo após a retirada do material da incubadora, de modo gradativo, agitando-se cuidadosamente cada recipiente, com o intuito de uniformizar os eletrólitos lixiviados na solução (VIEIRA e KRZYZANOWSKI, 1999).

Emergência de plântulas: A semeadura foi realizada na profundidade de 2 cm, em bandejas com células individualizadas contendo areia lavada e peneirada como substrato. A avaliação foi realizada 14 DAS contando-se o número de plântulas emergidas e determinando-se a percentagem de emergência de plântulas (NAKAGAWA, 1994).

Índice de velocidade de emergência (IVE): executado conjuntamente com o teste de emergência, sendo as avaliações realizadas diariamente até o décimo quarto DAS e o IVE calculado conforme Maguire (1962).

Avaliação da qualidade sanitária

Incubação em substrato de papel: cada repetição constitui-se de oito caixas tipo gerbox contendo papel filtro umedecido com água destilada e com 25 sementes cada uma. A seguir, as caixas contendo as sementes foram mantidas por sete dias em câmara de incubação tipo BOD a $20 \pm 2^\circ\text{C}$, em regime intermitente de 12h de luz e 12h de escuro. Para a identificação das estruturas dos patógenos foi utilizado um microscópio estereoscópico e, havendo necessidade de uma avaliação mais segura, foi utilizado um microscópio biológico, segundo as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Análise estatística

Adotou-se delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro lotes e cinco repetições. Os dados expressos em percentagem foram transformados em $\arcsen(\sqrt{x/100})$ e, posteriormente, calculado a análise de

variância (ANOVA). As médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro e submetidas à análise de correlação pela matriz de Pearson utilizando-se o programa estatístico SAS. (SAS Institute, 2000).

Resultados e Discussão

Não houve diferenças nos percentuais de plântulas anormais nos testes de germinação e de envelhecimento acelerado e na percentagem de sementes mortas no teste de envelhecimento acelerado (Tabela 1). No teste de germinação, foi possível identificar o menor vigor do lote 1 em relação aos demais lotes avaliados. A percentagem de plântulas normais foram de 97, 95 e 93%, respectivamente para os lotes 3, 2 e 4 (Tabela 1). O lote 1 apresentou o menor percentual de germinação, de 84% e diferiu dos demais. A percentagem de sementes mortas no teste de germinação foi maior no lote 1 com 13% diferindo dos demais lotes, que não diferiram entre si (Tabela 1).

No teste de envelhecimento acelerado, o lote 2 apresentou maior percentual de germinação após o período de estresse, com 77% de germinação, seguido dos lotes 3, 1 e 2 com 72, 69 e 62% de plântulas normais, respectivamente (Tabela 1). Esses resultados vão ao encontro dos observados por Bhering et al. (2003) que concluíram que o teste de envelhecimento acelerado, conduzido a 41 °C por 48 horas e 100% UR, foi eficiente para o ranqueamento de lotes de sementes de melancia. No entanto, nesse trabalho, o ranqueamento não foi de acordo com os resultados da emergência de plântulas. O teor de água inicial das sementes e o teor de água das sementes após o teste de envelhecimento acelerado apresentaram pouca variação, menor de 2% entre os lotes, estando dentro dos limites sugeridos por Tekroni (2003) e por Marcos-Filho (2005) para a execução do teste (Tabela 1).

Tabela 1- Teor de água inicial (TA), plântulas normais (PN), anormais (PA) e sementes mortas (SM) nos testes de germinação, envelhecimento acelerado e teor de água após envelhecimento acelerado (TA EA) em lotes de sementes de melancia.

Lote	TA (%)	Germinação (%)			Envelhecimento acelerado (%)			TA EA (%)
		PN	PA	SM	PN	PA	SM	
1	7,6	84 b	3 a	13 b	69 c	11 a	20 a	18,6
2	7,6	95 a	2 a	3 a	77 a	11 a	12 a	19,3
3	7,7	97a	1 a	2 a	72 b	13 a	15 a	18,7
4	7,3	93 a	3 a	4 a	62 d	14 a	24 a	18,4
CV (%)	-	2,32	17,89	17,06	0,57	6,35	6,24	-

TABELA 1- TEOR DE ÁGUA INICIAL (TA), PLÂ 1

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

A partir do teste de primeira contagem de germinação foi possível detectar diferenças de vigor entre os lotes avaliados (Tabela 2), o lote 1 com germinação de 80% obteve o melhor resultado, seguido dos lotes 4 com germinação de 77%, lote 2 com germinação de 74% e lote 1 com germinação de 59% (Tabela 2). Segundo Almeida et al. (2010), o teste de primeira contagem de germinação, pode ser utilizado para obtenção de informações preliminares sobre o vigor dos lotes pela facilidade de execução.

Pelo teste de emergência de plântulas não foi possível detectar diferenças entre os lotes 3 e 4, de maior vigor, que apresentaram 76 e 82% de emergência, respectivamente (Tabela 2), no entanto, esses lotes diferiram do lote 2, de médio vigor, com 67% de emergência. O lote 1, classificado como o de menor vigor, apresentou emergência de 47% diferindo dos demais lotes avaliados (Tabela 2).

Tabela 2- Primeira contagem de germinação (PCG), emergência de plântulas, índice de velocidade de emergência (IVE) e condutividade elétrica (CE) de sementes de melancia.

Lote	PCG (%)	Emergência (%)	IVE	CE (μ S/cm/g)
1	59 d	42 c	5,83 b	74,54 d
2	74 c	67 b	10,41 a	49,19 c
3	80 a	76 a	10,07 a	23,97 b
4	77 b	82 a	11,7 a	16,94 a
CV (%)	0,76	1,10	10,43	2,42

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

O índice de velocidade de emergência do lote 1 foi inferior aos demais lotes analisados (Tabela 2), resultado esperado devido ao baixo vigor do lote verificado nos testes de germinação, envelhecimento acelerado, primeira contagem de germinação e emergência.

De acordo com o teste de condutividade elétrica foi possível separar os lotes em quatro níveis de vigor, considerando o lote 4 como o mais vigoroso e o lote 1 o menos vigoroso (Tabela 2). Após atingir o ponto de maturidade fisiológica, a semente passa para uma condição de baixo grau de umidade, que pode variar em função das condições ambientais, principalmente, a umidade relativa do ar. Durante o processo de secagem, as sementes podem sofrer uma desorganização estrutural e, desta forma quanto menor o teor de água, maior a desorganização celular, o que pode resultar em perda da integridade das membranas celulares.

De acordo com Vieira e Krzyzanowski (1999), a integridade das membranas celulares, e variável em função do grau de alterações bioquímicas deteriorativas e/ou danos físicos que pode ser considerada como fundamental causa de alterações do nível de vigor das sementes, o qual pode ser diretamente avaliado levando em conta as determinações de condutividade elétrica na solução de embebição de sementes. Resultados semelhantes a esse foram obtidos por Vieira e Dutra (2006), em abóbora, em melancia por Almeida et al.

(2010) e por Abdo et al. (2005) em pepino. De acordo com esses autores, o teste de condutividade elétrica tem potencial para ser utilizado como indicador de vigor para as espécies citadas.

Conforme a Tabela 3, foi possível verificar que a emergência de plântulas se correlacionou positivamente com os testes de germinação, primeira contagem de germinação e índice de velocidade de emergência. A sua correlação com o teste de condutividade elétrica foi alta e negativa, ou seja, quanto maior a emergência de plântulas, menores foram os valores de leitura dos lixiviados (Tabela 3).

Tabela 3- Coeficiente de correlação linear de Pearson (r) entre os testes de avaliação da qualidade fisiológicas de lotes de sementes de melancia.

Variável	E	G	PCG	EA	IVE	CE
E	1,00	0,7726*	0,9434*	-0,2177 ^{ns}	0,9021*	-0,9708*
G		1,00	0,8863*	0,3026 ^{ns}	0,6272*	-0,7274*
PCG			1,00	-0,0148 ^{ns}	0,8166*	-0,9409*
EA				1,00	-0,1112 ^{ns}	0,3431 ^{ns}
IVE					1,00	-0,8264*
CE						1,00

*significativo a 1% de probabilidade de erro. ns= não significativo. Emergência (E), germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), envelhecimento acelerado (EA), índice de velocidade de emergência (IVE) e condutividade elétrica (CE).

O teste de condutividade elétrica apresentou correlações significativas negativas também com os testes de germinação, primeira contagem de germinação e índice de velocidade de emergência (Tabela 3). Esses resultados confirmam o potencial do teste de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de melancia. Apenas o teste de envelhecimento acelerado não apresentou correlação com os demais testes de avaliação da qualidade fisiológica.

Pela análise sanitária, foi observada alta incidência de diferentes fungos associados às sementes: *Aspergillus* sp. e *Penicillium* sp (Tabela 4). Esses são considerados fungos de armazenamento causadores de podridões e responsáveis por reduções na viabilidade e longevidade das sementes (MACHADO, 1988). As incidências de fungos foram de *Aspergillus* sp. (99% no

lote 1 e 81% no lote 4) e de *Penicillium* sp. (83% no lote 3) (Tabela 4). Vale lembrar que nos testes de germinação e envelhecimento acelerado o lote 1 teve resultados inferiores aos demais lotes (Tabela 1). No entanto, os fungos conhecidos por serem contaminantes em sementes como *Cladosporium* sp. e *Rhizopus* sp., apresentaram incidência igual ou menor do que 10 % nos lotes avaliados (Tabela 4).

Tabela 4- Incidência (%) de fungos em lotes de sementes de melancia.

Lote	Microrganismo			
	<i>Aspergillus</i> sp.	<i>Cladosporium</i> sp.	<i>Penicillium</i> sp.	<i>Rhizopus</i> sp.
1	99,80 a	0 c	27,80 b	2,40 a
2	56,60 d	10,00 a	44,60 ab	6,40 8a
3	62,40 c	7,40 ab	82,60 a	2,60 a
4	80,60 b	2,00 bc	33,20 b	2,60 a

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

Constatou-se que a incidência de *Aspergillus* sp. apresentou correlação negativa e significativa com a emergência de plântulas ($r = -0,6950$), germinação ($-0,8540$), primeira contagem de germinação ($-0,7838$), plântulas normais no teste de envelhecimento acelerado ($-0,5396$) e índice de velocidade de emergência ($-0,7085$) de lotes de sementes de melancia (Tabela 5). O mesmo fungo apresentou correlação significativa positiva com a percentagem de sementes mortas no teste de germinação ($r = 0,8111$) evidenciando a influência do fungo no desempenho fisiológico nos lotes de sementes de melancia avaliados (Tabela 5). Da mesma forma, Muniz et al. (2004) encontraram correlação entre incidência de *Aspergillus* sp. e número de sementes mortas em diferentes testes de vigor para sementes de melão, atribuindo esses resultados ao fato desse fungo ser um dos principais causadores de podridão em sementes, podendo estar associado a condições inadequadas de armazenamento de sementes.

Não foi verificada correlação significativa entre as variáveis de desempenho fisiológico e a incidência de *Cladosporium* sp., *Rhizopus* sp. e

Penicillium sp. corroborando com Casaroli et al. (2006) que não encontraram interferência negativa dos fungos *Cladosporium* sp., *Rhizopus* sp. e *Penicillium* sp. na qualidade fisiológica de sementes de abóbora (Tabela 5).

De acordo com a análise de correlação de Pearson, o desempenho fisiológico das sementes de melancia foi influenciado pela presença de *Aspergillus* sp. (Tabela 5).

Tabela 5- Coeficiente de correlação linear de Pearson (r) entre e incidência de *Aspergillus* sp. e as variáveis de qualidade fisiológica em lotes de sementes de melancia.

Variável	Micrororganismo
	<i>Aspergillus</i> sp.
E	-0.6950*
G	-0.8540*
PCG	-0.7838*
PAG	0.5254**
SMG	0.8111*
PNEA	-0.5396**
PAEA	-0.1587 ^{ns}
SMEA	0.6401*
IVE	-0.7085*
CE	0.5712*

ns= não significativo; *significativo a 1% de probabilidade de erro; **significativo a 5% de probabilidade de erro. Emergência (E), germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), plântulas anormais no teste de germinação (PAG), sementes mortas no teste de germinação (SMG), plântulas normais no teste de envelhecimento acelerado (PNEA), plântulas anormais no teste de envelhecimento acelerado (PAEA), sementes mortas no teste de envelhecimento acelerado (SMEA), índice de velocidade de emergência (IVE) e condutividade elétrica (CE).

A existência de correlação entre o desempenho fisiológico das sementes e a presença de *Aspergillus* sp. é explicada pelo fato desse gênero ser conhecido como fungo de armazenamento associados ao processo de deterioração de sementes em condições inadequadas de armazenamento, culminando principalmente na podridão de sementes. Para os demais microrganismos

detectados nos lotes de sementes de melancia avaliados, não houve correlação com as variáveis de qualidade fisiológica avaliadas.

Uma análise geral dos resultados obtidos permite verificar a eficiência dos testes de condutividade elétrica (50 sementes/ 75 mL de água a 25 °C por 24 horas) e de primeira contagem de germinação na separação dos lotes de sementes de melancia em níveis de vigor. Ambos os testes permitiram verificar a inferioridade dos lotes 1 e 2 em relação aos demais lotes avaliados, à semelhança da emergência de plântulas. Além disso, deve ser ressaltada a influência exercida pela incidência de *Aspergillus* sp. no desempenho fisiológico de lotes de sementes de melancia, em particular sobre a incidência de sementes mortas nos testes de germinação e envelhecimento acelerado.

Conclusão

Os testes de condutividade elétrica e primeira contagem de germinação permitem a avaliação do potencial fisiológico de lotes de sementes de melancia.

Capítulo 2

Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de abóbora

Introdução

Dentre as cucurbitáceas, o gênero *Cucurbita* possui grande importância econômica e na alimentação humana. As espécies mais consumidas são *Cucurbita moschata*, *C. pepo* e *C. maxima* (Ferreira et al., 2006). As abóboras (*C. moschata*), geralmente cultivadas em pequenas propriedades rurais, são importantes para a geração de emprego e renda no campo. No entanto, a produção olerícolas de boa qualidade começa com o estabelecimento de um estande de plantas adequado e uniforme. Contudo, a obtenção de uma população ideal de plantas depende da densidade de semeadura e do percentual de sementes germinadas.

O teste de germinação informa apenas a percentagem de germinação em condições favoráveis de cultivo, porém, no campo, muitas vezes, ocorrem condições adversas e isso pode acarretar em um percentual de emergência de plântulas distinto do percentual de germinação em condições de laboratório, podendo comprometer o estande final de plantas no campo. A utilização de sementes de alta qualidade é fundamental para o sucesso da produção agrícola, ainda mais tratando-se de sementes de hortaliças.

Sementes de alta qualidade são comumente definidas como sementes de alto vigor avaliadas por testes de laboratório em e campo. Porém, os resultados dos testes de vigor em laboratório nem sempre estão de acordo com o desempenho em campo. Nessa situação, alto vigor de sementes significa germinação, emergência e produção de mudas saudáveis em um período curto, resultando em um adequado estande sob as mais diversas condições ambientais (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012). Muitos fatores podem afetar o vigor de sementes, em espécies de cucurbitáceas, o estágio de maturidade do fruto no momento da colheita e o período de armazenamento antes da extração das sementes, ataque de pragas e doenças são exemplos de fatores que podem afetar a qualidade das sementes.

Os programas de produção de sementes visam a obtenção de sementes de elevado potencial fisiológico, para tanto se faz necessário o desenvolvimento de metodologias adequadas para a avaliação do potencial fisiológico que permitam estimar o desenvolvimento das plântulas em condições de campo e a

longevidade durante o armazenamento. Baseado nisso, é possível fazer o correto posicionamento dos lotes de sementes de acordo o potencial fisiológico.

No entanto, a qualidade fisiológica pode ser afetada também pela incidência de microrganismos e insetos associados às sementes, ou seja, pela qualidade sanitária. Sementes com baixa qualidade sanitária estão mais propensas a possuírem baixa qualidade fisiológica devido aos danos causados por fungos e/ou bactérias. As sementes podem ser o meio de sobrevivência para muitos patógenos, sendo também o transporte desses para áreas não infestadas. Em espécies de hortaliças, patógenos causadores de doenças que culminam em danos econômicos podem ser transmitidas por sementes. No entanto, existem também fungos não patogênicos que podem causar podridão e morte das sementes e tombamento de plântulas, tais como os fungos de armazenamento e os contaminantes. Desta forma, o conhecimento da qualidade sanitária das sementes possibilita a prevenção de problemas durante o armazenamento e o estabelecimento das plântulas em campo. Assim, o objetivo deste capítulo foi avaliar a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de abóbora.

Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório Didático de Análise de Sementes e em casa de vegetação do Departamento de Fitotecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas. Para tanto, foram utilizados quatro lotes de sementes de abóbora (*Cucurbita moschata*), cultivar Goianinha, não tratadas.

Teor de água: determinado pelo método de estufa a 105 °C por 24 horas. Sendo utilizadas duas subamostras de 5 g de sementes inteiras, segundo as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Desempenho fisiológico

Emergência de plântulas em casa de vegetação: realizada com cinco repetições de 100 sementes por lote. A semeadura foi realizada na profundidade de 2 cm, em bandejas com células individualizadas contendo areia lavada e peneirada como substrato (BRASIL, 2009). A avaliação foi realizada oito dias após a

semeadura (DAS) através da determinação do percentual de emergência de plântulas (NAKAGAWA, 1994).

Índice de velocidade de emergência (IVE): executado conjuntamente com o teste de emergência, sendo as avaliações realizadas diariamente até o décimo quarto DAS e o IVE calculado conforme proposta de Maguire (1962).

Teste de germinação: conduzido em substrato papel, com quatro subamostras de 50 sementes para cada repetição, de casa lote. As sementes foram colocadas para germinar entre três folhas de papel germitest previamente umedecidos com uma quantidade de água destilada equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco, as folhas de papel contendo as sementes foram embrulhados em forma de rolos e colocados no germinador em posição vertical a temperatura de 25 °C. As avaliações foram realizadas aos quatro e aos oito DAS e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais e anormais e sementes mortas (BRASIL, 2009).

Primeira contagem da germinação: efetuada em conjunto com o teste de germinação, computando-se a porcentagem de plântulas normais obtidas no quarto DAS (BRASIL, 2009).

Envelhecimento acelerado: foram utilizadas 200 sementes por repetição de cada lote, subdivididas em quatro subamostras de 50 sementes. Posteriormente, as subamostras foram distribuídas sobre tela de alumínio fixada no interior de caixa plástica (minicâmara) contendo 40 mL de água destilada e mantidas por 48 horas a temperatura de 41°C (MALONE et al., 2008). Decorrido este período, foi determinado o teor de água das sementes e conduzido o teste de germinação seguindo a metodologia descrita para essa espécie na RAS (BRASIL, 2009). A avaliação das plântulas, foi realizada no quarto DAS, computando-se a porcentagem de plântulas normais e anormais e sementes mortas.

Condutividade elétrica: conduzido pelo método de massa, com quatro subamostras de 50 sementes da porção sementes puras de cada lote e pesadas com precisão de quatro casas decimais (0,0001g) para cada repetição, de cada lote. Em seguida, as sementes foram colocadas em copos plásticos contendo 75 mL de água deionizada e mantidas em câmara de germinação, tipo BOD, na temperatura de 25° C, por 24 horas de embebição. Após esse período, a CE da

solução foi determinada em condutivímetro DIGIMED®, modelo 32 e os resultados expressos em $\mu\text{S}.\text{cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$ de sementes. A leitura da CE foi realizada logo após a retirada do material da incubadora, de modo gradativo, agitando-se cuidadosamente cada recipiente, com o intuito de uniformizar os eletrólitos lixiviados na solução, conforme descrito por Vieira e Krzyzanowski (1999).

Qualidade sanitária

Incubação em substrato de papel: Foram utilizadas cinco repetições, cada uma constando de oito caixas tipo gerbox com 25 sementes dispostas sobre um papel filtro umedecido com água destilada. Posteriormente, as caixas contendo as sementes foram mantidas em câmara de incubação a 20 ± 2 °C, por sete dias em regime intermitente de 12h de luz e 12h de escuro. . Para a identificação das estruturas dos patógenos foi utilizado um microscópio estereoscópico e, havendo necessidade de uma avaliação mais segura, foi utilizado um microscópio biológico, segundo as Regras para Análise de Sementes (BRASIL,2009).

Análise estatística

Foi utilizado um delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro lotes e cinco repetições. Os dados expressos em percentagem foram transformados em $\arcsen(\sqrt{x/100})$ e, posteriormente, calculada a análise de variância (ANOVA), e as médias comparadas pelo teste de Tukey em nível de significância a 5% de probabilidade de erro e submetidas à análise de correlação pela matriz de Pearson (SAS Institute, 2000).

Resultados e Discussão

O percentual de germinação, plântulas anormais e sementes mortas no teste de germinação dos lotes 2 e 4 não diferiram significativamente, o mesmo ocorreu para os lotes 1 e 3 para essas variáveis (Tabela 6). O teste de germinação é o teste padrão para a avaliação da qualidade fisiológica das sementes, com base nos resultados desse teste é possível estimar a emergência de plântulas em condições ambientais favoráveis. No entanto, o teste de germinação não é eficiente para prever o desempenho de sementes diante condições adversas sendo para tal utilizados testes de vigor.

O teste de envelhecimento acelerado a 41 °C por 48 horas não foi eficiente para detectar diferenças de vigor entre os lotes (Tabela 6), diferentemente dos resultados encontrados por Malone et al. (2008). De acordo com o teste de envelhecimento acelerado, o lote 2 não diferiu do lote 1 que similar aos lotes 3 e 4. Nesse mesmo teste não houve diferença no percentual de plântulas anormais após o envelhecimento acelerado e a percentagem de sementes mortas só apresentou diferença entre os lotes 2 e 3. Na literatura são encontradas diferentes recomendações para a condução do teste de envelhecimento acelerado para a mesma espécie e às vezes pelos mesmos autores (DUTRA e VIEIRA, 2006; MALONE et al., 2008; HOLBIG-HARTER, 2013), demonstrando assim que existe dificuldade em estabelecer uma metodologia eficaz do teste de envelhecimento acelerado para sementes de abóbora.

Tabela 6- Teor de água (TA), plântulas normais (PN), anormais (PA) e sementes mortas (SM) nos testes de germinação e envelhecimento acelerado (EA) e de teor de água após envelhecimento acelerado (TAAEA) em lotes de sementes de abóbora.

Lote	TA (%)	Germinação (%)			EA (%)			TAAEA (%)
		PN	PA	SM	PN	PA	SM	
1	6,7	80 b	11 b	9 c	78 ab	12 a	10 ab	24,7
2	7,1	92 a	4 a	4 a	86 a	9 a	5 a	25,0
3	7,4	81 b	11 b	8 bc	74 b	13 a	12 b	25,3
4	7,3	92 a	4 a	4 a	76 b	17 a	7 ab	23,5
CV (%)	-	3,86	22,71	18,54	6,18	18,51	23,57	-

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

De acordo com os resultados demonstrados na Tabela 7, o teste de primeira contagem de germinação classificou os lotes de sementes de abóbora de forma semelhante à emergência de plântulas e ao teste de germinação (Tabela 7), sendo os lotes 2 e 4 classificadas como mais vigorosas do que os lotes 1 e 3.

Tabela 7- Primeira contagem da germinação (PCG), emergência (E), índice de velocidade de emergência (IVE) e condutividade elétrica (CE) de lotes de sementes de abóbora.

Lote	PCG (%)	E (%)	IVE	CE ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$)
1	72 b	57 b	8,76 b	100,71 b
2	87 a	79 a	12,04 a	53,41 a
3	73 b	50 b	6,08 c	110,56 c
4	89 a	74 a	12,30 a	54,73 a
CV (%)	4,63	7,71	7,07	5,87

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

Para Bhering et al. (2003), a medida que a deterioração das sementes avança, a velocidade de germinação é reduzida, portanto a primeira contagem nos testes de germinação pode ser utilizada como teste de vigor, porque esse mede a energia germinativa da semente (MARTINELLI-SENEME et al., 2004). Dessa forma, pode-se afirmar que os lotes que germinam mais rapidamente ou apresentam valores mais elevados, podem ser considerados mais vigorosos do que aqueles de germinação mais lentamente (MATTHEWS, 1980).

Analisando os dados conjuntamente, verificou-se que a primeira contagem de germinação e emergência foram semelhantes aos obtidos no teste de germinação. Os resultados evidenciam que estes testes não foram capazes de classificar os lotes em níveis de vigor, visto que os seus resultados não diferiram das informações obtidas pelo teste de germinação.

O teste de condutividade elétrica e o índice de velocidade de emergência foram eficientes na classificação dos lotes de sementes de abóbora em três níveis de vigor, sendo os lotes 2 e 4 mais vigorosas, lote 1 de vigor intermediário e lote 3 menos vigoroso (Tabela 7). O teste de condutividade elétrica avalia a danificação e/ ou a desorganização das membranas celulares que geralmente

estão associadas ao processo de deterioração e, por consequência à redução do vigor da semente. De acordo com Vieira e Dutra (2006), o teste de condutividade elétrica possui potencial para ser utilizado como indicador do vigor de lotes de sementes de abóbora, recomendando-o para sementes de abobrinha. O teste de índice de velocidade de emergência pode ser utilizado como teste de vigor, pois lotes de sementes que possuem maior IVE resultam na obtenção de mudas mais precoces e mais uniformes e de plântulas que ficam menos tempo expostas a condições adversas, como tombamento (CARDOSO, 2003).

Carvalho e Nakagawa (2012) afirmam que o teste de primeira contagem de germinação avalia indiretamente a velocidade de germinação das sementes, assim, a primeira contagem, muitas vezes, expressa melhor as diferenças de velocidade de germinação entre os lotes comparativamente ao índice de velocidade de emergência. Nesse trabalho foi verificado que os testes de índice de velocidade de emergência e de condutividade elétrica separaram os lotes em três níveis de vigor enquanto a primeira contagem de germinação classificou os lotes em apenas dois níveis. Esse resultado justifica-se pelo fato de que a redução da velocidade de germinação, avaliada indiretamente pelo teste de primeira contagem de germinação, não está entre os primeiros eventos do processo de deterioração das sementes (DELOUCHE e BASKIN, 1973). O teste de primeira contagem de germinação pode não ser muito sensível a pequenas diferenças de vigor em lotes, contudo é um teste de fácil realização.

De acordo com a Tabela 8, houve alta correlação significativa negativa entre o teste de condutividade elétrica e a emergência de plântulas ($-0,8687$), o que significa que quanto maior o valor de leitura dos lixiviados no condutímetro, menor foi o percentual de emergência de plântulas. O índice de velocidade de emergência apresentou alta correlação significativa positiva ($r = 0,8860$) com a emergência. Essa correlação corrobora os resultados observados na avaliação da qualidade fisiológica, onde o teste de condutividade elétrica e o índice de velocidade de emergência ranquearam os lotes de sementes de abóbora de forma semelhante com a emergência.

Tabela 8- Coeficiente de correlação linear de Pearson (r) entre os testes de avaliação da qualidade fisiológica de lotes de sementes de abóbora.

Variável	E	G	PCG	EA	IVE	CE
E	1	0,7380*	0,6794*	0,5190 ^{ns}	0,8860*	-0,8687*
G		1	0,9713*	0,1391 ^{ns}	0,8291*	-0,8899*
PCG			1	0,1860 ^{ns}	0,8076*	-0,8804*
EA				1	0,3712 ^{ns}	-0,4121 ^{ns}
IVE					1	-0,9288*
CE						1

*significativo a 1% de probabilidade de erro. ns= não significativo. , germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), envelhecimento acelerado (EA), índice de velocidade de emergência (IVE), condutividade elétrica (CE) e emergência (E).

Quanto à qualidade sanitária das sementes de abóbora foram detectados os fungos *Alternaria* sp., *Aspergillus* sp., *Nigrospora* sp., *Penicillium* sp. e *Rhizopus* sp. No entanto, a incidência desses fungos não diferiram significativamente entre os lotes avaliados (Tabela 9). A incidência de *Nigrospora* nos lotes 2 e 4 foi menor que 1%, no entanto esse resultado não diferiu do obtido para o lote 3 com 5 % de incidência desse microrganismo, que por sua vez não diferiu do lote 1 com 8 % (Tabela 9). Contudo, o fungo com a maior percentagem de incidência nas sementes foi *Rhizopus* sp., chegando a 20 % no lote 3, diferindo do lote 2 (12%) (Tabela 9). *Nigrospora* spp. e *Rhizopus* spp. são fungos categorizados como contaminantes de sementes e não estão relacionados com doenças na cultura da abóbora, no entanto podem contribuir no processo de deterioração das sementes.

Tabela 9- Incidência (%) de fungos em lotes de sementes de abóbora.

Lote	<i>Alternaria</i> sp.	<i>Aspergillus</i> sp.	<i>Penicillium</i> sp.	<i>Nigrospora</i> sp.	<i>Rhizopus</i> sp.
1	2,90 a	5,00 a	3,00 a	8,00 a	13,60 ab
2	2,20 a	5,00 a	2,00 a	0,40 b	12,00 b
3	2,00 a	5,00 a	7,00 a	5,20 ab	19,6 a
4	2,00 a	6,00 a	2,00 a	0,50 b	13,10 ab

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

Não houve correlação linear significativa pelo coeficiente de Pearson (r) entre a incidência de patógenos e as variáveis de qualidade fisiológica analisadas (Tabela 10).

Tabela 10- Coeficiente de correlação linear de Pearson (r) entre a incidência de fungos e as variáveis de qualidade fisiológica avaliadas em lotes de sementes de abóbora Goianinha.

Variável	<i>Alternaria</i> sp.	<i>Aspergillus</i> sp.	<i>Nigrospora</i> sp.	<i>Penicillium</i> sp.	<i>Rhizopus</i> sp.
E	-0.0567 ^{ns}	-	-	-	-0.5230 ^{ns}
G	-0.1303 ^{ns}	-	-	-	-0.3720 ^{ns}
PCG	-0.2006 ^{ns}	-	-	-	-0.2820 ^{ns}
PAG	0.0624 ^{ns}	-	-	-	0.2670 ^{ns}
SMG	0.1101 ^{ns}	-	-	-	0.4183 ^{ns}
PNEA	-0.1791 ^{ns}	-	-	-	-0.2199 ^{ns}
PAEA	0.2693 ^{ns}	-	-	-	-0.0806 ^{ns}
SMEA	0.0248 ^{ns}	-	-	-	0.4348 ^{ns}
IVE	-0.1286 ^{ns}	-	-	-	-0.5857 ^{ns}
CE	0.1310 ^{ns}	-	-	-	0.4733 ^{ns}

ns= não significativo

Resultados semelhantes foram observados por Casaroli et al. (2006) que não encontraram interferência dos fungos *Alternaria alternata*, *Penicillium digitatum*, *Aspergillus niger* e *Rhizopus stolonifer* na qualidade fisiológica de sementes de abóbora variedade menina. Segundos esses autores, trabalhar com seres vivos pode ser a causa de resultados divergentes, pois estes dependem da associação de fatores intrínsecos e extrínsecos na expressão do efeito causado.

Conforme os resultados obtidos no presente estudo, foi possível verificar que os teste de CE (50 sementes/ 75 mL de água a 25 °C por 24 horas) e IVE são eficientes na separação dos lotes de sementes de abóbora, cultivar Goianinha em níveis de vigor de forma semelhante ao teste de emergência de plântulas para os lotes de maior vigor. Ademais, deve ser salientada a influência negativa exercida pela incidência de *Nigrospora* sp., *Alternaria* sp. e *Aspergillus*

sp. no desempenho fisiológico de sementes de abóbora, cultivar Goianinha, no que refere-se à incidência de plântulas anormais no teste de germinação, sementes mortas nos testes de envelhecimento acelerado e na condutividade elétrica.

Conclusões

Os testes de condutividade elétrica e o índice de velocidade de emergência apresentam eficiência na classificação de lotes de sementes de abóbora, em níveis de vigor.

Capítulo 3

Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de pepino

Introdução

A utilização de sementes de alta qualidade fisiológica e que apresentem adequado desempenho em campo é fator fundamental para o estabelecimento de um estande adequado de plantas no campo. Essas informações são ainda mais importantes para sementes de hortaliças que possuem alto valor comercial.

Dentre essas espécies, as sementes de pepino (*Cucumis sativus* L.) requerem cuidado especial quanto ao desempenho fisiológico devido ao seu valor comercial e pela sua forma de comercialização.

O desempenho fisiológico é determinado pelo vigor das sementes, condições ambientais e manejo do cultivo em todos os estádios de produção e na pós-colheita. O emprego de testes de vigor é uma prática frequentemente utilizada pelas empresas produtoras de sementes, no entanto não existe um teste padrão para a avaliação de vigor de sementes de pepino. Diversas pesquisas foram conduzidas na tentativa de adequar uma metodologia eficiente, simples e rápida de avaliação de vigor de sementes, relacionando à emergência de plântulas em campo (MARCOS FILHO, 2005).

A incidência de microrganismos, como fungos e bactérias, nas sementes, independentemente de sua transmissibilidade, pode afetar o vigor, a longevidade e o rendimento em campo. A presença de fungos causadores de doenças, podridões ou contaminantes podem resultar em decréscimo no poder germinativo e menor desenvolvimento de plântula nos primeiros estádios.

No entanto, essa relação pode ser oposta, visto que sementes de baixo vigor, com danos nas suas estruturas ficam predispostas à ação mais severa de patógenos e contaminantes. Sendo assim, sementes de menor vigor podem estar mais vulneráveis ao ataque de microrganismos, o que pode refletir negativamente no seu desempenho fisiológico.

O presente capítulo teve por objetivo avaliar o desempenho fisiológico e sanitário de sementes de pepino, identificando métodos adequados de avaliação do vigor de sementes de pepino.

Material e Métodos

O presente trabalho foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes, no Laboratório de Patologia de Sementes e em casa de vegetação do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Pelotas, no Capão do Leão, RS. Para tanto, foram utilizados quatro lotes de sementes de pepino tipo conserva cultivar Wisconsin.

Teor de água: determinado pelo método de estufa a 105 °C por 24 horas. Sendo utilizadas duas subamostras de 5g de sementes inteiras, segundo as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Avaliação do desempenho fisiológico

Emergência de plântulas em casa de vegetação: realizada com quatro subamostras de 100 sementes, de casa lote. A semeadura foi realizada na profundidade de 2 cm, em bandejas com células individualizadas contendo areia lavada e peneirada como substrato (BRASIL, 2009). A contagem foi efetuada aos 14 dias após semeadura (DAS), determinando a percentagem de emergência de plântulas (NAKAGAWA, 1994).

Índice de velocidade de emergência (IVE): executado conjuntamente com o teste de emergência, sendo as avaliações realizadas diariamente até o décimo quarto DAS e o IVE calculado conforme proposta de Maguire (1962).

Teste de germinação: conduzido em substrato papel, com quatro subamostras de 50 sementes para cada repetição, de cada lote. As sementes foram colocadas para germinar entre três folhas de papel germitest previamente umedecidos com uma quantidade de água destilada equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco, as folhas de papel contendo as sementes foram embrulhados em forma de rolos e colocados no germinador em posição vertical a 25 °C. As avaliações foram realizadas aos quatro e aos oito DAS e os resultados expressos em percentagem de plântulas normais, anormais e sementes mortas (BRASIL, 2009).

Primeira contagem da germinação: efetuada em conjunto com o teste de germinação, computando-se a porcentagem de plântulas normais obtidas no quarto DAS (BRASIL, 2009).

Condutividade elétrica: conduzido pelo método de massa, com quatro subamostras de 50 sementes da porção sementes puras de cada lote e pesadas com precisão de quatro casas decimais (0,0001g), por repetição, para cada lote. Em seguida, as sementes foram colocadas em copos plásticos contendo 75 mL de água deionizada e mantidas em câmara de germinação, tipo BOD, na temperatura de 25° C, por 24 horas de embebição. Após esse período, a condutividade elétrica da solução foi determinada em condutivímetro DIGIMED, modelo 32 e os resultados expressos em $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ de sementes. A leitura foi realizada logo após a retirada do material da incubadora, de modo gradativo, agitando-se cuidadosamente cada recipiente, com o intuito de uniformizar os eletrólitos lixiviados na solução, conforme Vieira e Krzyzanowski (1999).

Deterioração controlada: Inicialmente, o teor de água das sementes foi ajustado para 20 % pelo método da atmosfera controlada (ROSSETTO *et al.*, 1995), conduzido em caixas do tipo gerbox (11 x 11 x 3 cm), com amostras de 5 g de sementes, colocadas sobre uma tela e distribuídas em camada única. As caixas contendo 40 mL de água destilada foram tampadas e mantidas em um germinador a 20 °C. Durante o período de incubação, o teor de água das sementes foi monitorado por meio de sucessivas pesagens, até a obtenção do valor desejado, sendo então, cada amostra acondicionada hermeticamente em embalagens de alumínio e acondicionadas em sacos plásticos, mantidas em câmara a 10 °C por 72 horas, para atingir o equilíbrio higroscópico. Em seguida, as amostras foram mantidas em banho-maria, a 40 °C, durante 48 horas. Na sequência, foram retiradas do banho-maria e mergulhadas em água fria por 30 minutos, para redução da temperatura. Após, o teor de água das sementes foi determinado pelo método de estufa a 105 ± 3 °C (BRASIL, 2009) e foi conduzido um teste de germinação, conforme descrito anteriormente. A avaliação foi realizada quatro dias após a semeadura, computando-se a percentagem de plântulas normais, anormais e sementes mortas para cada lote.

Envelhecimento acelerado tradicional (EAT): Uma camada de sementes foi colocada sobre uma tela metálica acoplada em caixa plástica (minicâmara) contendo 40 mL de água destilada. As minicâmaras foram mantidas em câmaras tipo BOD, na temperatura de 41°C durante os períodos de 48, 72 e 96 horas. Após cada período, foi instalado um teste de germinação conforme descrito

anteriormente. A avaliação ocorreu aos quatro dias após a semeadura, computando-se a porcentagem de plântulas normais de cada amostra.

Envelhecimento acelerado com solução salina (EASS): conduzido utilizando metodologia similar ao envelhecimento acelerado tradicional, adicionando ao fundo da caixa plástica (minicâmaras), 40 ml de solução salina (40 g de NaCl em 100mL de água). As minicâmaras foram mantidas em câmaras tipo BOD, na temperatura de 41°C, durante os períodos de 48, 72 e 96 horas. Após cada período, foi instalado um teste de germinação conforme descrito anteriormente. A avaliação ocorreu aos quatro dias após a semeadura computando-se a porcentagem de plântulas normais de cada amostra, conforme descrito por Ávila et al. (2006).

Avaliação da qualidade sanitária

Método de incubação em substrato de papel: Foram utilizadas cinco repetições de 200 sementes por lote, com oito subamostras de 25 sementes cada. As sementes foram dispostas individualmente sobre camada de duas folhas de papel mata borrão umedecido no interior de caixa tipo gerbox com tampa transparente que permitem a passagem integral de luz incidente. As caixas contendo as sementes foram dispostos sob lâmpadas de luz fluorescente branca, distantes 30 cm, em câmaras com fotoperíodo de 12 horas, pelo período de sete dias, a temperatura de 20 ± 2 °C. As sementes foram examinadas individualmente com auxílio de um microscópio estereoscópico, observando-se as estruturas dos microrganismos e se necessário foram utilizadas observações de lâminas ao microscópio ótico para identificação mais segura dos microrganismos associados. Os resultados foram expressos em percentual de ocorrência dos fungos com duas casas decimais, segundo as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009).

Análise estatística

Foi utilizado um delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro lotes e cinco repetições. Os dados expressos em porcentagem foram transformados em $\arcsen(\sqrt{x/100})$ e, posteriormente, calculada a análise de variância (ANOVA) e as medias comparadas pelo teste de Tukey em nível de

significância de 5% de probabilidade de erro submetidas à análise de correlação pela matriz de Pearson (SAS Institute, 2000).

Resultados e Discussão

A partir do teste de germinação foi possível verificar a alta qualidade fisiológica dos lotes de sementes de pepino (Tabela 11). O lote 1 com germinação de 100 % não diferiu dos lotes 3 e 4 com 98 % de germinação cada, mas diferiram do lote 2 que apresentou o menor percentual de germinação de 94 % (Tabela 11). Em nenhum dos quatro lotes foram observadas plântulas anormais no teste de germinação, o lote 2 obteve o maior percentual de sementes mortas com 6 % (Tabela 11). A determinação do potencial fisiológico das sementes somente é consistente se essas informações são complementadas pela avaliação do vigor. Estes, são importantes para detectar diferenças de vigor entre lotes com germinação semelhante, fornecendo uma estimativa do desempenho das sementes após a semeadura em campo e/ou durante o armazenamento (BHERING et al., 2004).

Em relação ao teste de deterioração controlada, o lote 1 obteve maior percentual de germinação após o período de estresse, apresentando um desempenho fisiológico superior aos lotes 2 e 4, e similar ao lote 3 (Tabela 11). O lote 4 apresentou menor percentagem de germinação (83 %) após o teste de deterioração controlada apesar do elevado valor no teste de germinação e igualou-se ao lote 2 que obteve 85 % na deterioração controlada e 94 % de germinação (Tabela 11). Assim como no teste de germinação o lote 2 obteve o maior percentual de sementes mortas no teste de deterioração controlada, enquanto os demais lotes não diferiram significativamente entre si (Tabela 11). O teste de deterioração controlada permite diferenciar lotes de sementes que se encontram em diferentes estádios de deterioração, mas que apresentam percentuais de germinação semelhantes (KRZYŻANOWSKI e VIEIRA, 1999). Com base nos resultados obtidos no teste de deterioração controlada, o lote 3 não diferiu do lote 1 quanto ao vigor, evidenciando a importância dos testes de vigor, principalmente em sementes de alto valor comercial, como as de hortaliças.

Tabela 11- Plântulas normais (PN), anormais (PA) e sementes mortas (SM) nos testes de germinação e deterioração controlada em lotes de sementes de pepino.

Lote	Germinação (%)			Deterioração controlada (%)		
	PN	PA	SM	PN	PA	SM
1	100 a	0 a	0 a	90 a	9 ab	1 a
2	94 b	0 a	6 c	85 bc	8 b	7 c
3	98 a	0 a	2 b	90 a	8 b	2 a
4	98 a	0 a	2 b	83 c	13 a	4 ab
CV (%)	1,76	-	38,71	3,76	14,06	26,4

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

A emergência de plântulas classificou os lotes em três níveis de vigor, sendo os lotes 1 e 3 de maior vigor com de emergência de plântulas de 99 e 98 % respectivamente, o lote 4 com emergência de 94 %, foi classificado como de médio vigor e o lote 2, com emergência de 90 %, de menor vigor (Tabela 12). A emergência de plântulas é utilizada como referência para os demais testes de vigor pois, segundo Souza et al. (2013) vigor representa a quantidade de energia que uma semente dispõe para uma germinação rápida e uniforme e um adequado estabelecimento de plântulas sob diversas condições ambientais. Com base nos resultados do teste de emergência de plântulas, foi possível detectar diferenças de vigor em lotes de sementes de pepino com germinação semelhante. Baseados nos resultados de emergência de plântulas, Malone et al. (2008) recomendaram o teste de envelhecimento acelerado para sementes de mogango e Boligon et al. (2010) o teste de germinação em temperatura subótima para sementes de abóbora. Para rabanete e coentro, Vieira et al. (2013) concluíram que o teste de envelhecimento acelerado é eficiente no ranqueamento de lotes de sementes baseados nos resultados de emergência de plântulas.

Tabela 12- Primeira contagem da germinação (PCG), emergência (E), índice de velocidade de emergência (IVE) e condutividade elétrica (CE) de lotes de sementes de pepino.

Lote	E (%)	PCG (%)	CE ($\mu\text{S}.\text{cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$)	IVE
1	99 a	90 b	18,67 b	32,82 a
2	90 c	78 c	46,47 c	28,83 b
3	98 a	96 a	9,40 a	24,73 c
4	94 b	91 b	22,97 b	22,05 d
CV (%)	4,60	2,30	13,01	4,14

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

De forma semelhante ao teste de emergência de plântulas, os testes de primeira contagem de germinação e de condutividade elétrica classificaram os lotes de sementes de pepino também em três níveis, o lote 3 de maior vigor, os lotes 1 e 4 de vigor médio e o lote 2 de baixo vigor. No processo de deterioração, a velocidade de germinação decai antes da porcentagem de germinação. Para Bhering et al. (2003), a primeira contagem nos testes de germinação pode ser utilizada como teste de vigor, pois à medida que a deterioração das sementes avança, inversamente, a velocidade de germinação é reduzida. O teste de condutividade elétrica fornece informações acerca da integridade das membranas celulares, com base nas determinações de condutividade elétrica na solução de embebição de sementes (VIEIRA e KRYZANOWSKI, 1999), a danificação e/ ou a desorganização dessas geralmente estão associadas ao processo de deterioração e por consequência, à redução do vigor da semente.

O índice de velocidade de emergência não foi eficiente na separação dos lotes, em comparação aos demais testes. De acordo com os resultados do teste de índice de velocidade de emergência, o lote 1 é mais vigoroso, seguido do lote 2 que teve o menor desempenho nos outros testes de vigor. O lote 4 classificado como de alto ou médio vigor nos demais testes, obteve o pior resultado no teste de índice de velocidade de emergência.

A diferença entre os resultados do teste de germinação e os demais testes de vigor evidencia que o teste de germinação, realizado sob condições favoráveis, fornece informações acerca da emergência de plântulas em condições ambientais favoráveis. Contudo, o teste de germinação não é suficiente para prever o desempenho das sementes sob condições desfavoráveis de semeadura, seja por baixa temperatura, semeadura profunda ou outro estresse abiótico, tanto na semeadura direta no campo como na produção de mudas em casa de vegetação.

As variáveis germinação, primeira contagem de germinação e condutividade elétrica apresentaram correlação significativa com a emergência de plântulas (Tabela 13). Não houve correlação significativa entre emergência de plântulas e deterioração controlada e índice de velocidade de emergência.

Enquanto a correlação entre germinação ($r = 0.6927$) e primeira contagem de germinação ($r = 0.7043$) com a emergência foi positiva, a correlação entre condutividade elétrica e emergência foi negativa (Tabela 13).

Tabela 13- Coeficiente de correlação linear de Pearson (r) entre os testes de avaliação da qualidade fisiológica, germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), deterioração controlada (DC), índice de velocidade de emergência (IVE), condutividade elétrica (CE) e emergência (E) de lotes de sementes de pepino.

Variável	E	G	PCG	DC	IVE	CE
E	1	0.6927*	0.7043*	0.6424 ^{ns}	0.3177 ^{ns}	-0.7447*
G		1	0.6991*	0.3922 ^{ns}	0.0777 ^{ns}	-0.7523*
PCG			1	0.4404 ^{ns}	-0.3089 ^{ns}	-0.9342*
DC				1	0.4322 ^{ns}	-0.4153 ^{ns}
IVE					1	0.2034 ^{ns}
CE						1

*significativo a 1% de probabilidade de erro.

ns= não significativo

As variáveis deterioração controlada e índice de velocidade de emergência não se correlacionaram com as demais variáveis (Tabela 13).

Conforme os dados apresentados na Tabela 14, o teste de envelhecimento acelerado tradicional e com solução salina a 41 °C nos três períodos avaliados não foram eficientes em classificar os lotes de sementes de pepino. Esses resultados vão de encontro aos verificados por Bhering et al. (2000) que recomendam o teste de envelhecimento acelerado tradicional a 41 °C por 48 h para a avaliação do vigor de sementes de pepino. Para Marcos-Filho (2005), o teste de envelhecimento acelerado é um dos mais sensíveis e eficientes testes de vigor de sementes para diversas sementes.

Tabela 14- Germinação (%) de quatro lotes de sementes de pepino, após três períodos de envelhecimento acelerado tradicional (EA) e com solução salina (EASS).

Lote	EA			EA (SS)		
	48 h	72 h	96 h	48 h	72 h	96 h
1	91 a	92 a	91 a	97 a	95 a	95 a
2	89 a	92 a	93 a	96 a	95 a	95 a
3	91 a	90 a	90 a	97 a	95 a	93 a
4	88 a	90 a	91 a	96 a	93 a	96 a
CV (%)	4,63	3,66	4,89	5,59	4,35	3,70

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Os resultados do teste de envelhecimento acelerado com solução salina foram menos drásticos e menos sensíveis para detecção de diferenças de vigor entre os lotes. O uso de solução salina de NaCl na condução do teste de envelhecimento acelerado reduz a velocidade e a intensidade de absorção de água pelas sementes, resultando em uma deterioração menos intensa e resultados mais uniformes (TORRES e MARCOS-FILHO, 2003). Esses

resultados vão de encontro aos relatados por Abdo et al. (2005) e Bhéring et al. (2000) ao relatarem que a utilização de solução salina durante a condução do teste de EA possibilita a identificação de lotes de sementes de pepino com diferentes níveis de qualidade fisiológica.

A combinação dos fatores temperatura e período de exposição no teste de envelhecimento acelerado para sementes de pepino, pode ser adequada para determinado conjunto de lotes utilizado em um trabalho de pesquisa, todavia, pode não ser para outro. Se em determinada pesquisa forem utilizados lotes de alto potencial fisiológico, períodos menores de envelhecimento acelerado podem não ser eficientes para diferenciação desses lotes e que, períodos muito longos podem ser drásticos para lotes com potencial fisiológico baixo. Diante do exposto, a adequação de metodologia eficiente para avaliar o vigor de sementes não é tarefa fácil, pois é necessário, dentre outros, avaliar um número grande de lotes de diversos cultivares (LIMA e MARCOS-FILHO, 2011).

O teor de água inicial dos lotes (Tabela 15) variou entre 6,8 e 7,4 % estando dentro do limite de variação sugerido pela literatura para execução de testes que avaliam o desempenho fisiológico, dentre eles, o teste de envelhecimento acelerado (TEKRONY, 2003).

Após a condução dos testes de envelhecimento acelerado tradicional e com solução de cloreto de sódio, o teor de água nas sementes apresentou variação inferior a 2 %, estando dentro do limite tolerável sugerido por Marcos Filho (2005) que recomenda buscar diferenças inferiores a dois pontos percentuais entre os lotes, indicando que houve uniformidade nas condições do teste, o que contribui para a obtenção de resultados consistentes (Tabela 15).

Após o teste de deterioração controlada também foi verificada reduzida variação do teor de água entre os lotes, dessa forma é possível verificar que o procedimento foi realizado de forma adequada, obtendo-se valores muito próximos aos almejados. Durante a condução do teste de deterioração controlada deve-se atentar para a diferença do teor de água dos lotes, pois diferenças de um ponto percentual podem influenciar na percentagem de germinação após o teste (TeKRONY, 2003).

Tabela 15. Teor de água (%) inicial e após os períodos de envelhecimento acelerado tradicional (EA), envelhecimento acelerado com solução salina (EASS) e teste de deterioração controlada (DC) de lotes de pepino.

Lote	EA				EASS			DC
	Inicial	48h	72h	96h	48h	72h	96h	
1	6,8	25,2	27,0	27,4	7,9	9,1	8,9	19,9
2	7,1	25,6	27,3	27,8	8,3	9,0	9,2	20,1
3	7,4	26,2	28,4	29,0	8,6	9,5	9,3	20,2
4	7,3	26,9	28,8	28,4	8,4	9,2	9,4	19,8

O teste de deterioração controlada classificou os lotes de forma semelhante ao teste de emergência de plântula, considerando os lotes 1 e 3 como mais vigorosos. Dessa forma, o teste de deterioração controlada mostrou-se uma alternativa mais rápida e prática para a obtenção de informações acerca do vigor de sementes de pepino, especialmente se o objetivo for estimar a longevidade das sementes no armazenamento e o desempenho das plântulas na fase de estabelecimento no campo.

Na análise da qualidade sanitária das sementes foram detectados nas sementes de pepino os fungos *Alternaria* sp., *Aspergillus* sp., *Cladosporium* sp. e *Penicillium* sp. (Tabela 16). Não houve diferença significativa entre os lotes na incidência de *Alternaria* sp., *Aspergillus* sp., *Cladosporium* sp. No entanto, houve diferença na incidência de *Penicillium* sp. com 26,4, 24,4, 1 e 0 % das sementes avaliadas nos lotes 2, 4, 3 e 1, respectivamente (Tabela 16).

A maioria dos fungos dos gêneros *Aspergillus* e *Pencillium*, são classificados como fungos de armazenamento, a maioria deles é capaz de sobreviver com pouca umidade, podendo estar presentes como contaminantes ou como micélio dormente no interior das sementes. Dentre os danos causados

por fungos de armazenamento, a perda da capacidade de germinação, devido a invasão das sementes durante o armazenamento, é o mais drástico (NEEGARD, 1979).

Espécies fúngicas dos gêneros *Alternaria* (*A. alternata* f. sp. *cucurbitae*) e *Cladosporium* (*C. cucumerinum*) são causadores de manchas necróticas e foliares em cucurbitáceas, respectivamente (ZITTER et al., 1996). Segundo Zitter et al. (1996), o fungo *C. cucumerinum*, agente causal da sarna em cucurbitáceas, costuma ocorrer em plantas de abóbora, melão e melancia, podendo causar lesões nas folhas, pecíolos, caules e frutos, no entanto causa danos mais severos em plantas de pepino.

Tabela 16- Incidência (%) de fungos em lotes de sementes de pepino.

Lote	<i>Alternaria</i> sp.	<i>Aspergillus</i> sp.	<i>Cladosporium</i> sp.	<i>Penicillium</i> sp.
1	0,00 a	6,40 a	0,40 a	0,00 b
2	0,40 a	19,00 a	3,20 a	26,40 a
3	5,00 a	2,20 a	0,00 a	0,60 b
4	3,40 a	14,80 a	4,40 a	24,40 a

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

A análise de correlação entre as variáveis que avaliaram o potencial fisiológico e a qualidade sanitária de sementes mostrou correlação significativa entre a incidência de *Aspergillus* sp., *Cladosporium* sp. e *Penicillium* sp. e as variáveis de qualidade fisiológica (Tabela 17). A incidência de *Alternaria* sp. nas sementes de pepino não apresentou correlação com as demais variáveis.

A incidência de *Aspergillus* sp. apresentou correlação significativa negativa com as variáveis primeira contagem de germinação ($r = -0,4452$), plântulas normais no teste de deterioração controlada ($r = -0,5075$) e correlação significativa positiva com a variável sementes mortas no teste de deterioração

controlada ($r = 0,5243$), entretanto os valores de correlação foram médios (Tabela 17).

Tabela 17- Coeficiente de correlação linear de Pearson (r) entre a incidência de fungos e as variáveis de qualidade fisiológica avaliadas em lotes de sementes de pepino.

Variável	<i>Alternaria</i> sp.	<i>Aspergillus</i> sp.	<i>Cladospprium</i> sp.	<i>Penicillium</i> sp.
E	-0,1198 ^{ns}	-0,4512 ^{ns}	-0,6551*	-0,8069*
G	-0,0555 ^{ns}	-0,4367 ^{ns}	-0,2991 ^{ns}	-0,5892*
PCG	0,0447 ^{ns}	-0,4452**	-0,4821**	-0,6443*
PAG	-0,1303 ^{ns}	0,2316 ^{ns}	0,4142 ^{ns}	0,4663**
SMG	0,0304 ^{ns}	0,2555 ^{ns}	0,2224 ^{ns}	0,4707**
PNDC	-0,1606 ^{ns}	-0,5075**	-0,4905**	-0,5653*
PADC	0,1755 ^{ns}	0,2236 ^{ns}	0,2031 ^{ns}	0,1346 ^{ns}
SMDC	0,1068 ^{ns}	0,5243**	0,4975**	0,7009*
IVE	-0,3318 ^{ns}	-0,1473 ^{ns}	-0,2732 ^{ns}	-0,3893 ^{ns}
CE	-0,1017 ^{ns}	0,3945 ^{ns}	0,4666**	0,6647*

*significativo a 1% de probabilidade de erro, **significativo a 5% de probabilidade de erro, ns= não significativo.

As variáveis emergência ($r = -0,6551$), primeira contagem de germinação ($r = -0,4821$), plântulas normais no teste de deterioração controlada ($r = -0,5075$) apresentação correlação negativa significativa com a incidência de *Cladosporium* sp. (Tabela 17). Houve correlação significativa positiva com as variáveis sementes mortas no teste de deterioração controlada e condutividade elétrica com a incidência desse microrganismo (Tabela 17).

O fungo *Penicillium* sp. apresentou alta correlação negativa significativa com a emergência de plântulas ($r = -0,8069$). Outras variáveis também foram se correlacionaram com a incidência desse fungo, foram elas: germinação ($r = -0,5892$), primeira contagem de germinação ($r = -0,6443$), plântulas anormais no teste de germinação ($r = 0,4663$), sementes mortas no teste de germinação ($r = 0,4707$), plântulas normais no teste de deterioração controlada ($r = -0,5653$),

sementes mortas no teste de deterioração controlada ($r= 0,7009$) e condutividade elétrica ($r= 0,6647$) (Tabela 17).

Com base nesses resultados foi possível verificar o efeito negativo que esses microrganismos podem exercer sobre a qualidade fisiológica de sementes de pepino.

Conclusão

O teste de deterioração controlada é eficiente para a estratificação de lotes de sementes de pepino, cultivar Wisconsin em níveis de vigor.

Considerações finais

Dentre os testes de vigor avaliados para as espécies em estudo, os resultados foram distintos. Para sementes de melancia e abóbora, o teste de condutividade elétrica com 50 sementes e 75 mL de água a 25 °C por 24 horas foi eficiente na estratificação de lotes em níveis de vigor. Contudo pelo emprego dessa metodologia do teste de condutividade elétrica não foi possível identificar um dos lotes de maior vigor de acordo com o teste de emergência de plântulas. O teste de condutividade elétrica é promissor para a avaliação do potencial fisiológico de sementes de cucurbitáceas, contudo mais estudos são necessários para identificar a metodologia mais adequada para a avaliação de vigor de sementes de pepino.

O potencial fisiológico de sementes de melancia também pode ser avaliado pelo teste de primeira contagem de germinação, da mesma maneira que o vigor de sementes de abóbora e de pepino pelos testes de índice de velocidade de emergência e deterioração controlada utilizando umidade inicial das sementes de 20% e temperatura de 40 °C por 48 horas, respectivamente.

Referências

ABCSEM (Associação brasileira de comércio de sementes e mudas) **2º levantamento de dados socioeconômicos da cadeia produtiva de hortaliças no Brasil**, 2014. Disponível em: <http://www.abcsem.com.br/imagens_noticias/Apresenta%C3%A7%C3%A3o%20completa%20dos%20dados%20da%20cadeia%20produtiva%20de%20hortali%C3%A7as%20-%202029MAIO2014.pdf>.

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**, Londrina, v. 27, n. 1, p.195-198, 2005.

AGARWAL, V.K.; SINCLAIR, J.B. **Principles of seed pathology**. Boca Raton: CRC Press, 1987. v.1, 175p.

ALFENAS, A. C.; FERREIRA, F. A.; MAFIA, R. G.; GONÇALVES, R. C. Isolamento de fungos fitopatogênicos. In: **Métodos em Fitopatologia**. Ed. UFV, 2007, 382p.

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

ALMEIDA, D. P. F.; GOMES, M. H. 2004. Gestão da qualidade no sector hortofrutícola. **Vida Rural**, Lisboa, n. 1702, p. 35-37, 2004.

ALMEIDA, D. P. F. *De oleribus*. Argumentos a favor da utilização do termo “olericultura”. **Boletim Informativo da Associação Portuguesa de Horticultura**, Porto, n.70, p. 7-10, 2002.

ALVES, C. Z.; GODOY, A., R.; CANDIDO, A., C., S.; SA, M.E. Qualidade fisiológica de sementes de *Eruca sativa* L. pelo teste de deterioração controlada. **Ciência Rural** [online], Santa Maria, vol.41, n.12, 2011.

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed Vigor Testing Handbook**. (Contribution 32). Lincoln. 2009. 105p.

ÁVILA, A.L.; ARGENTA, M.S.; MUNIZ, M.F.B.; POLETO, I.; BLUME, E. Maturação fisiológica e coleta de sementes de *Eugenia uniflora* L. (PITANGA), Santa Maria, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 19, n. 1, p. 61-68, 2009.

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

BALARDIN, R.S.; LOCH, L.C. Efeito do thiran sobre a germinação de sementes de centeio e aveia. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.9, n.1, p.113-7, 1987.

BARBIERI, R., L.; HEIDEN, G.; CASTRO, C. M.; DORNELLES, J. E. F.; SINIGAGLIA, C.; MEDEIROS, A., R., M. de. Resgate e conservação de variedades crioulas de cucurbitáceas do sul do Brasil. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Cruz Alta, v.2, n.1, 2007.

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

BASRA, A. S. **Seed quality**: basic mechanisms and agricultural implications. New York: Elsevier, 1995. 389 p.

BERJAK, P. Stored seeds: the problems caused by micro-organisms. In: **Advanced international course on seed pathology**. Passo Fundo: EMBRAPA/ABRATES, p. 93-112, 1987.

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

BHERING, M. C.; DIAS, D. C. F. S.; TOKUHISA, D.; DIAS, L. A. S. Avaliação do vigor de sementes de melão pelo teste de deterioração controlada. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 26, n.1, p.125-129, 2004.

BHERING, M.C.; DIAS, D.C.F.S.; GOMES, J.M.; BARROS, D.I. Métodos para avaliação do vigor de sementes de pepino. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 22, n.32, p.171-175, 2000.

BOLIGON A. A.; LÚCIO, A.D.; GARCIA, D.C. Emergência de plântulas de abóbora a partir da avaliação da qualidade das sementes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.11, p.2274-2281, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009. 365p

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**, Santa Maria, v. 38, n. 7, p. 1857-1863, 2008.

CARDOSO, A.I.I. Seed yield and quality in response to pollen load of squash cv. Piramoita. **Bragantia**, Campinas, v.62, p.47-52, 2003.

CARNEIRO, R.C.S. **Qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) procedentes de diferentes localidades**. 2011. 74f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2011.

CARVALHO, N. M. e NAKAGAWA, J. **Sementes, Ciência, Tecnologia e Produção**. FUNEP, Jaboticabal, 2012, 590p.

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**, Maringá, v. 31, n. 2, p. 337-343, 2009.

CASAROLI, D.; GARCIA, D. C.; MUNIZ, M. F. B.; MENEZES, N. L. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de abóbora variedade Menina Brasileira **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.31, n.2, p. 158-163, 2006.

CHACHALIS, D.; DARAWSHEH, M. K.; KHAH, E. M. Effects of initial seed moisture content, imbibitions temperature and seed vigour on germination, electrolyte leakage and seedling growth in plum tomatoes. **Journal of Food Agriculture and Environment**, Helsinki, v. 6, n. 3-4, p. 299-304, 2008.

COPELAND, L. O.; McDONALD, M. B. **Principles of seeds Science and technology**. 3.ed. Boston: KAP, 1995. 409p.

DANCEY, C.; REIDY, J. *Estatística sem matemática para psicologia: usando SPSS para Windows*. Porto Alegre, Artmed, 2006. 608p.

DELOUCHE, J.C. An accelerated aging technique for predicting the relative storability of crimson clover and tall fescue seed lots. **Agronomy Abstract**, Chicago, v.57, p.40, 1965.

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

DEMIR, I.; OZDEN, Y.S.; YILMAZ, K. Accelerated ageing test of aubergine, cucumber and melon seeds in relation to time and temperature variables. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.32, p. 851-855, 2004.

DEMIR, I. Prediction of germination and vigour in naturally aged commercially available seed lots of cabbage (*Brassica oleracea* var. capitata) using the bulk conductivity method. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 36, n. 3, p. 509-523, 2008.

DEMIR, I.; MAVI, K. Seed vigour evaluation of cucumber (*Cucumissativus* L.) seeds in relation to seedling emergence. **Research Journal of Seed Science**, New York, v.1, n.1, p. 19-25, 2008.

DINIZ, Kênia Almeida. **Incorporação de microrganismos, aminoácidos, micronutrientes e reguladores de crescimento em sementes de espécies olerícolas pela técnica de peliculização**. 2005. 71f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2005.

DUTRA, A.S.; VIEIRA, R.D. Teste de condutividade elétrica para a avaliação do vigor de sementes de abobrinha. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 28, n. 2, p.117-122, 2006.

FERREIRA, M.A.J.; MELO, A.M.T.; CARMO, C.A.S.; SILVA, D.J.H.; LOPES, J.F.; QUEIROZ, M.A.; MOURA, M.C.C.L.; DIAS, R.C.S.; BARBIERI, R.L.; BARROZO, L.V.; GONÇALVES, E.M.; NEGRINI, A.C.A. 2006. Mapeamento da distribuição geográfica e conservação dos parentes silvestres e variedades crioulas de Cucurbita. In: **Parentes Silvestres das espécies de plantas cultivadas**. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Brasília. 44p

FRANZIN, S. M.; MENEZES, N. L.; GARCIA, D. C.; SANTOS, O. S. Efeito da qualidade das sementes sobre a formação de mudas de alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 193-197, 2005.

GAGLIARDI, B.; MARCOS FILHO, J. Assessment of the physiological potential of bell pepper seeds and relationship with seedling emergence. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n.1, p. 162-170, 2011.

HAMPTON, J.G.; TEKRONY, B.H. Conductivity test. In: HAMPTON, J.G.; TEKRONY, B.M. (Ed.). **Hand book of vigor methods**. 3.ed. Zürich: ISTA, 1995. p. 22-34.

HOLBIG-HARTER, Letícia dos Santos. **Metodologias de testes para avaliação do potencial fisiológico de sementes de mogango (*Cucurbita pepo* L.)**. 2013. 103f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes). Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2013.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de orçamento familiar**. Aquisição per capita por classes de renda. Disponível em:<<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: janeiro 2013.

IBGE-INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção agrícola municipal**: Culturas temporárias e permanentes, Rio de Janeiro, v.39, 2012, 101 p.

IBGE-INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2002/2003**: Aquisição alimentar domiciliar *per capita*, Brasil e grandes regiões. Rio de Janeiro; 2004.

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

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

LIMA, B.P.; MARCOS-FILHO, J. Procedimentos para condução de testes de vigor baseados na tolerância ao estresse térmico em sementes de pepino. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n. 1 p. 045 - 053, 2011.

LOPES, A. C. A.; NASCIMENTO, W. M. Amostragem de sementes para análise em laboratório, Embrapa Hortaliças, Brasília, **Circular Técnica 81**, 2009.

LUCCA FILHO, O.A. Metodologia dos testes de sanidade em sementes. In: SOAVE, J.; WETZEL, M.V. da S. (Ed.) **Patologia de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 276-298.

LUENGO, R.F.A; PARMAGNANI, R.M.; PARENTE, M.R.; LIMA, M.F.B.F. **Tabela de composição nutricional das hortaliças**. Embrapa Hortaliças. Brasília, Documentos, 26. 2011.

LUZ, W.C. da. Combinação dos tratamentos biológico e químico de sementes de milho. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 28, p.37-40, 2003.

MACHADO, J.C. Padrões de tolerância de patógenos associados a sementes. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 2, p.229-263, 1994.

MACHADO, J.C. **Patologia de sementes: fundamentos e aplicações**. Brasília: MEC, 1988. 107p.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.1, 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**, Londrina, v. 30, n. 2, p.123-129, 2008.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 1.1-1.20.

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

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

MARINHO, V.L.; MARQUES, A.S. dos A.; BUSO, G.S.C.; PARENTE, P.M.G. Importância da quarentena no controle de doenças transmitidas por sementes de hortaliças. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.13, n.1, p.3-6, 1995.

MARTINELLI-SENE, A.; MARTINS, C.C.; CASTRO, M. M.; NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C. Avaliação do vigor de sementes peliculizadas de tomate. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 26, n.2, p.01-06, 2004.

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

MAVI, K.; DEMIR, I. Controlled deterioration for vigour assessment and predicting seedling growth of winter squash (*Cucurbita maxima*) seed lots under salt stress. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, horndon, v. 33, n. 2, p. 193-197, 2005.

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

McDONALD, Jr., M.B. **Vigor test subcommittee report**. Association of Official Seed Analysts Newsletter, Washington, v.54, p.37-40, 1980.

MENTEN, J.O.M. **Patógenosem sementes: detecção, danos e controle químico**. São Paulo SP. CibaAgro, 1995, 320p.

MERTZ, Liliane Marcia et al. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de Feijão-miúdo beneficiadas em mesa gravitacional. *Rev. bras. sementes*, Londrina, v. 29, n. 3, 2007.

MONTES-HERNANDEZ, S.; EGUIARTE, L.E. Genetic structure and indirect estimates of gene flow in three taxa of *Cucurbita* (*Cucurbitaceae*) in western Mexico. **American Journal of Botany**, St. Louis, v. 89, p.1156-1163, 2002.

MUNIZ, M. F. B., GONÇALVES, N., GARCIA, D. C., KULCZYNSKI, S. M. Comparação entre métodos para avaliação da qualidade fisiológica e sanitária de sementes de melão. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 26, n. 2, p.144-149, 2004.

MUNIZ, M. F.; GONÇALVES, N.; GARCIA, D. C. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de melão (*Cucumis melo*). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.3, p.951-953, 2004.

MUNIZ, M.F.B.; PORTO, M.D.M. Presença de *Alternaria* spp. em diferentes partes da semente de cenoura e em resíduos culturais e efeito do tratamento de sementes na sua transmissão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, p.187-193, 1999.

NADAAN, T.R.; LAL, B.M. Some studies on the chemical composition of cucurbit kernels and their seed coats. **Qualitas plantarum plant foods for human nutrition**, Cambridge, v.34, p.81-86, 1984.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M.de. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p. 49-85.

NASCIMENTO, W. M. A semente germina. **Revista Cultivar**, 2002. Disponível em: http://www.grupocultivar.com.br/arquivos/hf12_semente.pdf Acesso em 23 de julho de 2011.

NEERGAARD, P. **Seed Pathology**. London. Mac Millan Press. 1979.

NERSON, H. Seed production and germinability of cucurbit crops. **Seed Science and Biotechnology**, Ikenobe, v.1, n.1, p.1-10, 2007.

OLUOCH, M.O.; WELBAUM, G.E. Effect of postharvest washing and post-storage priming on viability and vigour of six-year-old muskmelon (*Cucumismelo* L.) seeds from eight stages of development. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.24, n.2, p.195-209, 1996.

PANDEY, P.K.; GOYAL, R.D.; PRAKASH, V.; KATIVAR, R.P.; SINGH, C.B. Association between laboratory vigor tests and field emergence in cucurbits. **Seed Research**, New Delhi, v.18, n.1, p. 40-43, 1990.

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

PENALOZA, P.; ROSALES, G. R.; McDONALD, M. B.; BENNET, M. A. Lettuce (*Lactuca sativa* L.) seed quality evaluation using seed physical attributes, saturated salt accelerated aging and the seed vigour imaging system. **Electronic Journal of Biotechnology**, Valparaíso, v. 8, n. 3, p. 1-9, 2005.

PEREIRA, R.S; MUNIZ, M.F.B.; NASCIMENTO, W.M. Aspectos relacionados à qualidade de sementes de coentro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.3, p.703-706, 2005.

PESIS, E.; TIMOTHY, N.G. Viability, vigor and electrolytic leakage of muskmelon seeds subjected to accelerated aging. **Horticultural Science**, Slezská, n.18, p. 242-244, 1983.

PESKE, S. T.; BARROS, A. C. S. A. **Produção de Sementes**, Curso de Ciência e Tecnologia de Sementes, ABEAS, 2007. 89p.

PESKE, S.T.; VILLELA, F.A.; MENEGHELLO, G.E. **Sementes**: fundamentos científicos e tecnológicos. Pelotas: Editora Universitária UFPel, 2012. 573p.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília, DF: AGIPLAN, 1985. 289 p.

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

ROBERTS, E.H. **Viability of seeds**. Londres: Chapman and Hall, 1972, 448p.

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

SAS Institute. 2000. Statistical analysis system: getting started with the SAS learning. SAS Institute, Cary, NC.

SILVEIRA, J.; GALESKAS, H.; TAPETTI, R. LOURENCINI, I. Quem é o consumidor brasileiro de frutas e hortaliças? Hortifruti Brasil, p.8-23, 2011. Disponível em:
http://www.cepea.esalq.usp.br/hfbrasil/edicoes/103/mat_capa.pdf

SOUZA, R. H. V.; VILLELA, F. A.; AUMONDE, T. Z. Methodologies based on seedling performance for vigor assessment of pumpkin seed. **Journal of Seed Science**, Londrina, v.35, n.3, p.374-380, 2013.

TeKRONY, D.M. Precision is an essential component in seed vigour testing. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.31, p.435-447, 2003.

TORRES S.B.; OLIVEIRA F.N.; OLIVEIRA A.K.; BENEDITO C.P.; MARINHO J.C. Envelhecimento acelerado para avaliação do potencial fisiológico de sementes de melão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, n.27, p.70-75, 2009.

TORRES, S. B.; MARCOS FILHO, J. Physiological potential evaluation in melon seeds (*Cucumis melo* L.). **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 33, n. 2, p. 341-350, 2005.

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

VIDA, J.B., ZAMBOLIM, L., TESSMANN, D.J., BRANDÃO FILHO, J.U.T., VERZIGNASSI, J.R. & CAIXETA, M.P. Manejo de doenças de plantas em cultivo protegido. **Fitopatologia Brasileira**, v.29, p.355-372, 2004.

VIEIRA, R.D; CARVALHO, N.N. **Teste de vigor em sementes**. Jaboticabal: UNESP, 1994. 164p.

VIEIRA R.D.; DUTRA AS. Condutividade elétrica em sementes de abóbora, híbrido Bárbara. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.24, n.3 p. 305-308, 2006.

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B.(Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap.4, p.1 - 26.

WALLACE, H. A. H.; SINHA, R. N.; MILLS. J. T. Fungi associated with small wheat bulks during prolonged storage in Manitoba. **Canadian Journal of Botany**, Vancouver, v.54, n.12, p.1332-1343, 1976.

WETZEL, M. M. V. S. Fungos de armazenamento. In: SOAVE, J.; WETZEL, M.M.V.S. **Patologia de sementes**. Campinas. Fundação Cargill, 1987, p.260-275.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Geneva; 2003. (WHO technical report series, 916).

YORINORI, J.T. Doenças da soja causadas por fungos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.8, n.94, p.40-46, 1982.

ZITTER, T.A.; HOPKINS, D.L.; THOMAS, C.E. (Ed). **Compendium of curcubit diseases**. Saint Paul: APS, 1996. 87p.